



Fremtidens naturfaglige uddannelser

Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi

Andersen, Nils Overgaard; Busch, Henrik; Horst, Sebastian; Troelsen, Rie

Publication date:
2003

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):

Andersen, N. O., Busch, H., Horst, S., & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi*. (1. udgave udg.) Undervisningsministeriet. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie Nr. 7 <http://pub.uvm.dk/2003/naturfag/>

Fremtidens naturfaglige uddannelser

**Naturfag for alle
- vision og oplæg til strategi**



Fremtidens naturfaglige uddannelser

**Naturfag for alle
- vision og oplæg til strategi**

**Nils O. Andersen
Henrik Busch
Sebastian Horst
Rie Troelsen**

Fremtidens naturfaglige uddannelser

Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi

Publikationen indgår i Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie som nr. 7 - 2003 og under det tværgående tema *verdier og indhold*

Forfattere: Nils O. Andersen, Henrik Busch, Rie Troelsen og Sebastian Horst, forfattergruppe for Arbejdsgruppen for Fremtidens Naturfaglige Uddannelser

Serieredaktion og produktion: Werner Hedegaard, DEL

Fotos: Experimentarium (side 25, 73, 81, 89), Sebastian Horst (side 31, 34) og Helene Sørensen (side 7, 17, 45, 51, 64, 93)

Omslag: KPTO A/S

Omslagsfotos: NASA og Hubblesite.org

1. udgave, 1. oplag, maj 2003: 6.400 stk.

ISBN 87-603-2307-8

ISBN (WWW) 87-603-2309-4

ISSN 1399-2279

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie (Online) ISSN 1399-7386

Internetadresse: pub.uvm.dk/2003/naturfag1

Udgivet af Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen

Bestilles (UVM 6-292) hos:

Undervisningsministeriets forlag

Strandgade 100 D

1401 København K

Tlf. nr. 3392 5220

Fax nr. 3392 5219

E-mail: forlag@uvm.dk

eller hos boghandlere

Grafisk tilrettelæggelse og repro: Malchow A/S, Ringsted



Trykt på Svanemærket papir med vegetabiliske farver.

Trykt af Malchow A/S, Ringsted som har licens til brug af Svanemærket

Printed in Denmark 2003

Der er anvendt nyt komma i hele publikationen

Undervisnings- ministeriets forord

En nærmest eksplosiv vidensproduktion og omfattende forandringer i kultur og samfund sætter vore uddannelser, fagene og fagligheden under pres og gør det mere end nogensinde påkrævet at forlade en traditionel pensumtænkning og anlægge nye vinkler på undervisningens mål og indhold og på evaluering- og prøveformer. Som led i denne proces har Uddannelsesstyrelsen nedsat og finansieret analyse- og arbejdsgrupper i udvalgte fag og fagområder. I oktober 2002 udgav Undervisningsministeriet rapporten fra den første af disse grupper, *Kompetencer og Matematiklæring*. I februar i år er rapporterne fra arbejdsgruppen om fremtidens danskfag udkommet, og rapporten fra arbejdsgruppen om fremtidens sprogfag udkom i april 2003.

Nærværende publikation, *Fremtidens naturfaglige uddannelser, Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi* er udarbejdet af den arbejdsgruppe som Uddannelsesstyrelsen nedsatte for Fremtidens naturfaglige uddannelser og fag. Gruppen, der har haft Nils O. Andersen, professor ved Københavns Universitet, som formand, fremlægger med denne publikation sine anbefalinger for udvikling af undervisning og kompetenceudvikling i naturfagene på alle niveauer i uddannelsessystemet. I den selvstændige publikation *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*, som er bind 2 af arbejdsgruppens rapport, behandler en række forfattere i essays udvalgte problemstillinger inden for fagene og uddannelserne.

Ansvar for rapportens indhold og anbefalinger - herunder de økonomiske bud og prioriteringer samt bud på en strategi for de kommende år - ligger fuldt ud hos arbejdsgruppen. Uddannelsesstyrelsen vil gerne rette en stor tak til gruppens medlemmer for gennemførelse af dette meget omfattende projekt der forventes at sætte et betydeligt præg på udviklingen i natur-

fagene og de naturfaglige uddannelser, men også bredere på den faglige tænkning i andre fagområder.

Det kan varmt anbefales at alle med interesse for undervisning i de forskellige naturfag og uddannelser på det naturfaglige område - og på andre fagområder - lader sig inspirere af publikationen. Det gælder ikke mindst lærere på alle niveauer, lærebogsforfattere og tilrettelæggere af efteruddannelse. Også Uddannelsesstyrelsen vil i arbejdet med fornyelse af såvel naturfagene som andre fag lægge vægt på at nyttiggøre de spændende ideer og perspektiver i rapporten.

Der er adgang til samtlige materialer fra arbejdsgruppens oprindelige websted - og fra de tre øvrige arbejdsgrupper - via www.nyfaglighed.emu.dk.

Undervisningsministeriet har finansieret udarbejdelsen og udgivelsen af publikationen.

Jarl Damgaard
Uddannelsesdirektør
Undervisningsministeriet
Uddannelsesstyrelsen
Maj 2003



Indhold

| | |
|---|-----------|
| Undervisningsministeriets forord | 5 |
| 1. Sammenfatning | 11 |
| 2. Indledning | 15 |
| 3. Udfordringer til det naturfaglige uddannelsesområde | 19 |
| Et særligt dansk problem? | 19 |
| Udfordringerne kræver handling | 22 |
| 4. Visionen: Naturfag for alle | 27 |
| Naturfagene - en mangfoldighed af undervisningsfag | 27 |
| Hvad er begrundelserne for naturfaglig undervisning? | 30 |
| Fremtidens naturfaglighed | 32 |
| Naturfagene er en nødvendig del af almendannelsen | 34 |
| 5. Naturfaglige kompetencer | 39 |
| Hvorfor kompetencebeskrivelser? | 39 |
| Udmøntning i uddannelsessystemet | 43 |
| 6. Styrkelse af den naturfaglige uddannelseskultur | 47 |
| Grundskolen | 48 |
| Ungdomsuddannelser | 50 |
| Videregående uddannelser | 53 |
| Naturfag uden for uddannelsessystemet | 55 |
| 7. Styrkelse af lærerkompetencer | 61 |
| Efter- og videreuddannelse af lærerkorpset | 61 |
| Læreruddannelsessystemet skal gentænkes | 63 |

| | |
|---|-----------|
| 8. Tre strategiske indsatsområder | 69 |
| Nationale ressourcecentre i naturfagene - aktør i et nordisk netværk | 70 |
| Naturfagernes Udviklingsfond | 74 |
| Fagdidaktik som et strategisk forskningsområde . | 79 |
| Arbejdsgruppens kommissorium og sammensætning | 83 |
| Efterskrift | 87 |
| Summary: Science education of the future | 91 |
| Referencer | 99 |



Regering og Folketing gennemfører i disse år dybtgående reformer af det danske uddannelsessystem. Blandt de væsentligste kan nævnes reformen af folkeskolen, omlægningen af folkeskolelæreruddannelsen, det nyligt fremsatte forslag til en gymnasireform og forslaget til en ny universitetslov. Regeringens intentioner på området er samlet lagt frem i handlingsplanen *Bedre Uddannelser*. På denne baggrund nedsatte Undervisningsministeriet i juni 2002 arbejdsgruppen *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser* til at udarbejde en samlet strategiplan for operationalisering af disse politiske intentioner for hele det naturfaglige uddannelsesområde, dvs. fra førskoleniveau til universitetsniveau og omfattende alle naturfagene.

Arbejdsgruppen fremlægger med denne rapport sit forslag til strategiplan for området, rettet til politikere i kommuner, amter og staten samt ledelserne af uddannelsesinstitutionerne og andre beslutningstagere.

De anbefalinger der retter sig mod hele uddannelsessystemet, er konsistente med de tanker som er fremsat af de tre øvrige, parallelt arbejdende arbejdsgrupper for fagene matematik, dansk og fremmedsprog. De fire arbejdsgrupper ser skabelsen af en øget sammenhæng i uddannelserne, horisontalt og vertikalt, som en væsentlig målsætning og vurderer at basis for skabelsen af denne sammenhæng er dannelse af faglærerteam som fora for tilrettelæggelse af undervisningen og fagdidaktisk debat.

Arbejdsgruppen for naturfagene har i sit arbejde taget udgangspunkt i tre hovedudfordringer for fagene: *demokratiudfordringen*, *individudfordringen* forstået som selvforståelse og handleberedskab, og *rekrutteringsudfordringen*. (Se side 22-24)

Anbefalingerne præsenteres i kapitlerne 4-8 under følgende overskrifter:

Naturfag for alle. Alle aktører i uddannelsessystemet skal arbejde ud fra den fælles forståelse at *naturfagene er for alle* og bør indgå på lige vilkår med andre fagligheder i den almene dannelse. Undervisere og ledelse skal se det som et succeskriterium at fastholde og øge elevers og studerendes interesse i naturfagene. Dette anbefales på baggrund af en moderne forståelse af naturfaglighed som er mere vidtfavnende end hvad der er praksis i dag. (Anbefalinger side 36-37)

Naturfaglige kompetencer skal være grundlaget for sammenhængende beskrivelser af de naturfaglige undervisningsfag på langs, på tværs og på alle niveauer. Undervisningsministeriet skal sørge for disse beskrivelser samt iværksætte omfattende udviklingsarbejde inden for kompetencebaserede evaluerings- og undervisningsformer. Kommuner og amter skal sikre udarbejdelse af lokale kompetencebaserede kursus- og læseplaner. (Anbefalinger side 44)

Den naturfaglige uddannelseskultur skal styrkes gennem dannelse af faglige lærerteam til varetagelse af naturfagsundervisningen på alle niveauer:

- I grundskolen skal naturfagene på 7.-9. klassetrin indgå i folkeskolens afgangsprøve på lige fod og tilrettelægges i sammenhæng af lærere med linjefagsuddannelse i naturfagene eller tilsvarende kompetencer.
- I ungdomsuddannelserne bør *alle* elever modtage en almen-dannende naturfaglig undervisning med særligt sigte på selvforståelse, omverdensforståelse og demokratisk deltagelse. Samtidig skal skolelederne sikre fora og ressourcer til naturfagdidaktisk debat og samarbejde. I udbudet af naturfaglige studieretninger på de almene gymnasier skal det udgås at skabe studieretninger rettet mod enten drenge eller piger. Dette kan gøres ved at oprette en studieretning der omfatter fagene fysik, kemi og biologi på lige fod.
- I de videregående uddannelser skal ledelsen sikre en løbende fagdidaktisk kompetenceudvikling af *alle* undervisere i naturfagene, og uddannelserne bør indledes med fagligt bre-

de studieindgange. På universiteterne skal pædagogiske og didaktiske kompetencer vægtes lige med de forskningsmæssige kompetencer i forbindelse med faste ansættelser.
(Anbefalinger side 57-59)

Lærerkompetencer skal styrkes gennem bedre økonomiske rammer for efter- og videreuddannelse fra amter og kommuner og med fokus rettet mod faglige lærerteam som skal støttes af nye, regionale udviklingskonsulenter. På kort sigt skal folkeskolelæreruddannelsen ændres fra fire til tre linjefag med tilsvarende større årsværk, og CVU'er og universiteter bør samarbejde om at kompetencebasere læreruddannelserne.

På længere sigt bør det danske læreruddannelsessystem gennættes fra bunden.
(Anbefalinger side 66-67)

Internationale og især nordiske erfaringer peger entydigt på at der for at realisere disse anbefalinger og skabe et samlet løft kræves strategiske indsatser på tre områder:

- **Oprettelse af fem nationale, koordinerede ressourcecentre** i naturfagene med et samlet årligt budget på 18,5 mio. kr. og med hvert sit faglige tyngdepunkt til støtte for lærere i naturfagene og med dækning af alle uddannelsesniveauer.
 - **Oprettelse af Naturfagenes Udviklingsfond** med årligt budget på 90 mio. kr. til lokal styrkelse og fornyelse af undervisning og uddannelse inden for naturfagene på alle uddannelsesniveauer.
 - **Fagdidaktik skal udpeges som strategisk forskningsområde** i regi af det kommende strategiske forskningsråd.
- (Anbefalinger side 80)



I juni 2002 nedsatte Undervisningsministeriet en arbejdsgruppe med titlen *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*. Baggrunden var at regeringen, som beskrevet i handlingsplanen *Bedre Uddannelser*,¹ ønsker en samlet og målrettet indsats for at styrke naturvidenskab i hele uddannelsessystemet.

Arbejdsgruppen, hvis medlemmer og kommissorium er anført sidst i denne rapport, fik til opgave at udarbejde en strategiplan for det naturfaglige område i det danske uddannelsessystem, fra førskoleniveau til universitetsniveau. Planen indeholder handlingsorienterede anbefalinger der kan udmøntes over såvel korte som lange tidshorisonter. Strategiplanen har politikere og andre beslutningstagere som primær målgruppe, hvilket afspejler sig i tekstens kortfattedhed og fokusering på konkrete handlemuligheder.

Arbejdsgruppen skal ses i sammenhæng med dens tre søstergrupper inden for andre fag i uddannelsessystemet: “Kompetencer og matematiklæring”, “Fremtidens danskfag” og “Fremtidens sprogfag”, som alle på nuværende tidspunkt har udgivet deres bud på en ønskelig fremtidig udvikling af de respektive fag.² Det er lykkedes de fire arbejdsgrupper i vid udstrækning at sammentænke centrale anbefalinger med henblik på iværksættelse af tiltag der kan dække uddannelsesområdet bredt.

Arbejdsgruppen har valgt at afgrænse det naturfaglige uddannelsesområde til at omfatte *undervisningsfag hvori naturvidenskabelige problemstillinger og emner leverer hovedparten af indholdet*.

1) (Undervisningsministeriet, 2002).

2) Se www.nyfaglighed.emu.dk, hvor alle materialer fra de fire arbejdsgrupper er tilgængeligt.

Selvom det naturfaglige uddannelsesområde er stort og komplekst, er det let at pege på fælles træk i fagområdernes genstandsfelter: naturen, metoderne hvorved vi opnår indsigt om naturen, samt anvendelserne af denne indsigt. Trods væsentlige forskelle mellem de naturfaglige undervisningsfag indbyrdes har det hele tiden været udgangspunktet for projektet at se samlet på naturfagene.

Arbejdsgruppen opfatter det som sin væsentligste opgave at overveje de naturfaglige uddannelser i sammenhæng og i relation til den enkelte og det omgivende samfunds behov. Som grundregel er de overordnede linjer i uddannelsessystemet diskuteret i denne rapport. Når særlige problemstillinger gør sig gældende eller med henblik på eksemplificeringer, er enkelte undervisningsfag analyseret og beskrevet i teksten.

Rapporten består af nærværende Bind 1, som er strategiplanen med arbejdsgruppen som afsender, og Bind 2, der indeholder en række selvstændige essays som belyser væsentlige problemstillinger, og som er skrevet af forskellige forfattere på opfordring fra arbejdsgruppen.³ De synspunkter der fremføres i Bind 2, står således for den enkelte forfatters regning og er ikke nødvendigvis udtryk for arbejdsgruppens opfattelse.

Bemærk at der er anvendt nyt komma i rapporten, bortset fra citattekster.

Anbefalinger er placeret i bokse som denne bagerst i hvert af kapitlerne 4-8.

3) (Busch, Horst & Troelsen, 2003). Se alle materialer fra Fremtidens Naturfaglige Uddannelser på www.nyfaglighed.emu.dk.





Udfordringer til det naturfaglige uddannelsesområde

“ I alle de nordiske land har det været iverksatt et betydelig antall større og mindre tiltak for å legge forholdene til rette for økt rekruttering til MNT-fag (matematikk, naturfag og teknologi, *red.*). (...) Ett hovedtrekk ved bildet er at der problemet med sviktende rekruttering synes å være minst synes satsingen å være sterkest og mest systematisk (vor fremhævnning, *red.*). Finland og Sverige synes å være inne i en forholdsvis positiv utvikling, og er samtidig de som over de siste årene har iverksatt de kraftigste og mest systematiske tiltakene. Danmark og Norge står overfor en utvikling som i hvert fall på noen områder er klart mer negativ, i disse landene er det tilsynelatende gjort mindre, og tiltakene synes mer spredt. ”

(Nordiska Ministerrådet, 2001), s.11.

Et særligt dansk problem?

Udfordringerne inden for det naturfaglige uddannelsesområde er genstand for stor politisk opmærksomhed nationalt og internationalt.⁴ Udfordringerne er blevet tydeligere de seneste år, og meget tyder på at de er særligt store i Danmark. Omvendt er der ikke tegn på - som citatet ovenfor antyder - at de vil forsvinde uden en betydelig systematisk, nationalt koordineret og bredt forankret indsats.

I den internationale OECD-undersøgelse af 15-åriges kompetencer, PISA (Programme for International Student Assessment) fra 2000, ligger de danske elevers naturfaglige kompe-

⁴ Se bl.a. (Undervisningsministeriet, 1997), (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001b), (Broch & Egelund, 2001), (Mandag Morgen Strategisk Forum, 1998).

tencer væsentligt under OECD-gennemsnittet.⁵ Danmark ligger således på en 22. plads ud af 32 lande, langt under de øvrige nordiske lande (Finland nr. 3, Sverige nr. 10 og Norge nr. 13).

Ud over at de danske elever i PISA-undersøgelsen ligger lavt i gennemsnitsscore, har vi desværre næsten verdensrekord hvad angår forskel på pigers og drenges naturfaglige kompetencer. Danske piger har et væsentligt lavere gennemsnit end danske drenge inden for naturfagene. Det adskiller Danmark fra såvel OECD-landene som helhed, hvor der ikke er forskel på de to køns gennemsnit, som fra nordiske lande som Norge, Finland og Island, hvor pigernes gennemsnit er højere end drengenes. Danmark overgår i skævhed blandt undersøgelsens 32 lande kun af Sydkorea.

En ny undersøgelse fra World Economic Forum viser samme triste tendens. Blandt 82 af de økonomisk førende lande i verden vurderes Danmark som nummer 38 når det gælder kvaliteten af undervisningen i matematik og naturfag.⁶

Også hvad angår muligheden for at gøre op med negativ social arv, ligger Danmark i bund. I en rapport fra 2002 sætter UNICEF fokus på hvor godt de dårligste skoleelever klarer sig.⁷ Danmark ligger her som nr. 20 ud af 24 OECD-lande. UNICEF's analyse sammenholder en række internationale undersøgelser og konkluderer blandt andet at et dansk barn i forhold til øvrige lande tilmed har en ringere mulighed for at få en uddannelse af rimelig standard. Det naturfaglige område er her ingen undtagelse.⁸

5) Se artiklen: "PISA, og andre internationale komparative undersøgelser" i (Busch, Horst & Troelsen, 2003) eller (A. M. Andersen et al., 2001) for en gennemgang af de danske PISA-resultater.

6) (Dutta, Lanvin & Paua, 2003). Tal for Danmark kan findes på adressen: www.weforum.org/pdf/Global_Competitiveness_Reports/Reports/GITR_2002_2003/Denmark.pdf.

7) (UNICEF, 2002).

8) Dette underbygges også i (Danmarks Evalueringsinstitut, 2002b).

Den udbredte forestilling om at det danske uddannelsessystem giver alle lige gode muligheder for uddannelse, er således alvorligt udfordret ved sammenligning med andre lande, hvor Canada, Finland og Korea ligger i toppen. Problemet er ikke særskilt for naturfagene, men af så stor betydning at det bør spille en vigtig rolle - også i initiativer inden for det naturfaglige uddannelsesområde.

Til gengæld er Danmark stadig begunstiget med en forholdsvis stor befolkningsgruppe der grundlæggende er positivt indstillet over for naturvidenskab og teknologi, men samtidig er kritisk indstillet over for hvilken retning forskningen udvikler sig i.⁹ Den store interesse og grundlæggende positive holdning til teknologi og naturvidenskab er ikke overraskende når man tænker på den videnskabelige/teknologiske udviklings sammenhæng med stigningen i forbrug, velfærd og gennemsnitslevialder.

Det er afgørende for et moderne risikosamfund som det danske at hovedparten af befolkningen kan håndtere den usikkerhed som opstår i forbindelse med visse problemstillinger, fx klimaforandringer og genteknologi. I sig selv er det positivt og helt nødvendigt at der findes en kritisk, offentlig debat om naturvidenskab og teknologisk udvikling. Problemet opstår hvis for mange finder debatten uvedkommende eller på basis af en aktuel videnskabelig uenighed konkluderer at videnskaben *en bloc* er uvederhæftig og ubrugelig.

Desværre er der klare tegn på at dette kunne blive fremtiden. Således benytter mange danske unge, især piger, det frie valg i ungdomsuddannelserne til at vælge fag som fysik og kemi fra så snart de får mulighed for det. Det medfører at betydelige dele af en ungdomsårgang i dag aldrig får tilegnet sig naturfaglige kompetencer i et omfang så de kan indgå på konstruktiv vis i fremtidens demokratiske samfund.

9) (Mandag Morgen Strategisk Forum, 1998), s. 13-16 og (EU, 2001).

Udfordringerne kræver handling

Det danske samfund står således nu og i de kommende år over for meget store uddannelsesmæssige udfordringer inden for det naturfaglige område. En række af de væsentligste udfordringer er forbundet med den betydning naturvidenskab og teknologi har for samfundets indretning og udvikling. Manglende opmærksomhed omkring dette vil allerede på kort sigt, men i endnu højere grad for kommende generationer, være forbundet med alvorlige konsekvenser for det enkelte individ, for velfærdssamfundet og for demokratiets vilkår.

Udfordringerne kan samles under tre hovedoverskrifter: *demokratiudfordringen, individudfordringen og rekrutteringsudfordringen.*

Demokratiudfordringen

I dagens videns- og risikosamfund møder borgeren et bredt spektrum af udfordringer og problemer der har en naturvidenskabelig dimension, og hvor der er brug for at tage beslutninger og handle som led i den demokratiske proces. Oplagte eksempler er klimapolitikken og debatten om genmodificerede fødevarer. Sådanne handlingsorienterede sammenhænge involverer økonomiske, holdningsmæssige og politiske overvejelser, men kræver endvidere ofte grundlæggende naturfaglige kompetencer. Hvis den brede befolkning er uden tilstrækkelig solid naturvidenskabelig og teknologisk almen dannelse, er der risiko for en slingrekurs i de demokratiske beslutninger og en følgende forringelse af velfærden, miljøet og naturen. Endvidere er der en alvorlig risiko for at borgere uden et naturvidenskabeligt almindeligt grundlag for at deltage i den demokratiske debat og beslutningsproces bliver marginaliserede.

Individudfordringen - selvforståelse og handleberedskab

Hvor demokratiudfordringen sigter mod at ruste elever og studerende til at handle på samfundsplan, sigter individudfordringen mod at ruste dem på det personlige plan. Udfordrin-

gen til uddannelsessystemet går på at sikre det enkelte individ det bedst mulige grundlag for at forstå sig selv i forhold til den omgivende natur, kulturen og samfundet og for at handle kompetent i situationer hvor det er nødvendigt at foretage personlige valg. På et *personligt erkendelsesmæssigt* plan handler denne udfordring derfor om at have blik for en naturvidenskabelig forståelse af mennesket som en organisme hvis vekselvirkning med omgivelserne kan forklares, forstås og modificeres med en betydelig grad af kontrol. Naturvidenskaben kan på denne måde opnå en dyb personlig relevans for det enkelte individ og yde et unikt bidrag til at udvikle et alsidigt menneske med viden om og følelser for naturen og evner til at sanse og forstå sig selv i samspil med naturen. Kravene til det enkelte individs *handleberedskab* er betydelige i et samfund, hvor videnskabeliggørelsen og teknologificeringen på samme tid skaber nye risici for det enkelte menneske og åbner for et væld af personlige handlemuligheder. Det enkelte individ er i dagligdagen tvunget til at træffe en lang række valg som har indflydelse på egen eller nærmestes sundhed og velfærd og på det lokale miljø. Konsekvenserne af personlige valg og fravalg kan ikke vurderes uden en betydelig grad af naturfaglig kompetence.¹⁰ Naturvidenskabelige erkendelser, elementer af naturvidenskabelige metoder og forståelse af naturvidenskabernes og teknologiens rolle i samfundet udgør nødvendige - om end aldrig tilstrækkelige - bidrag til det enkelte individs vurderingsgrundlag.

Rekrutteringsudfordringen

Vedholdende meldinger i løbet af det seneste årti fra det danske arbejdsmarked vidner om at der på en række områder er stigende mangel på arbejdskraft med naturfaglige kompetencer. Samtidig viser opgørelser at disse naturfag i vid udstrækning fravælges af mange på ungdomsuddannelserne, og

10) Som eksempler på situationer med behov for personlig risikovurdering kan nævnes indtagelse af en lang række fødevarer (fisk fra Østersøen, oksekød fra England, gensplejsede produkter, småkager med transfedtsyrer...), anvendelse af kosmetik med hormonforstyrrende stoffer, legetøj med blødgørere osv.

at antallet af uddannede kandidater på visse videregående teknologiske og naturfaglige uddannelser ikke lever op til samfundets fremtidige efterspørgsel. En stigende mangel på arbejdskraft inden for en række naturfaglige uddannelsesområder kan hæmme udvikling af nye højteknologiske vækstområder (fx bio- og nanoteknologi) og berøve uddannelsessystemet de nødvendige kompetente lærerkræfter. På flere af de ramte fagområder kan der konstateres en meget skæv kønsfordeling i rekrutteringen. Således appellerer megen naturfagsundervisning i det danske uddannelsessystem kun i særdeles ringe grad til piger og kvinder, specielt set i forhold til andre lande.

Det er arbejdsgruppens opfattelse at rekrutteringsudfordringen må tages seriøst i en national strategiplan og i sig selv er tilstrækkelig alvorlig til at fordre politisk handling. Det skal imidlertid fremhæves at hvor rekrutteringsudfordringens negative økonomiske og samfundsmæssige konsekvenser umiddelbart kan synes tydeligst, anser arbejdsgruppen demokratiudfordringen for en endnu mere grundlæggende og omfattende udfordring, hvis betydning for velfærdssamfundet ikke må undervurderes. Individudfordringen kan samtidig vise sig at være nøglen til at imødekomme de øvrige to udfordringer, idet vi lever i en tid hvor vi vælger at beskæftige os med det der betyder noget for os selv.

Som det fremgår af det ovenstående, er situationen på det naturfaglige område i uddannelsessystemet kritisk for samfundet. Det er udfordringerne beskrevet ovenfor der udgør det primære afsæt for arbejdsgruppens anbefalinger i denne strategiplan. I de følgende kapitler (kapitel 4-8) fremkommer arbejdsgruppen med forslag til initiativer til at imødegå de centrale udfordringer.

I rækken af anbefalinger har gruppen forsøgt at tage højde for at der er tale om et komplekst problem hvor delproblemerne griber ind i hinanden. For at opnå en reel effekt er det derfor nødvendigt at tage samtidige initiativer på alle de skitserede områder.





Visionen: Naturfag for alle

De i forrige kapitel beskrevne udfordringer gør en styrkelse af naturfagene i hele det danske uddannelsessystem stærkt påkrævet. Denne styrkelse må tage sit udgangspunkt i en analyse af begrundelserne for undervisning inden for det naturfaglige område.

Naturfagene - en mangfoldighed af undervisningsfag

Betegnelsen naturfag er ikke entydig, og de forskellige tolkninger giver ofte anledning til misforståelser. I arbejdsgruppens definition er naturfagene, som tidligere nævnt, en samlebetegnelse der dækker *undervisningsfag hvori naturvidenskabelige problemstillinger og emner leverer hovedparten af indholdet*. Skemaet på side 28-29 repræsenterer et udpluk af danske uddannelser på naturfagsområdet og giver et indtryk af mangfoldigheden af undervisningsfag som arbejdsgruppens strategiplan dækker.

Arbejdsgruppen er meget opmærksom på at de naturvidenskabelige discipliner og de dominerende undervisningsfag, hvad angår flere dimensioner, udviser forskelligheder som ikke bør negligeres.

Én dimension gælder karakteren af det empiriske grundlag for ny erkendelse, hvor nogle discipliner fortrinsvis benytter observationer i felten som deres grundlag (astronomi, geologi, naturgeografi og dele af biologien), mens andre i højere grad bygger på kontrollerede eksperimenter (fysik, kemi, molekylærbiologi m.fl.).

En anden dimension gælder undervisningsfagenes status. Eksempelvis har fagene fysik/kemi og biologi status som prøvfag efter den seneste revision af folkeskoleloven, mens dette ikke er tilfældet for geografi og natur/teknik. Det er vel-

dokumenteret at en status som prøvefag virker disciplinerende og motiverende for lærere og elever, og at prøverne i udpræget grad er styrende for undervisningen.¹¹ På samme måde indikerer videregående uddannelsers faglige adgangskrav forskellene i fagenes status. Fysik og kemi på et vist niveau er således adgangsgivende til mange videregående uddannelser, mens dette sjældent gør sig gældende for geografi og biologi.

En tredje dimension gælder graden af rekrutteringsproblemer til tertiære uddannelser, hvor der gennem en årrække har været behov for en større tilgang til fysik/kemi-området, mens dette ikke har været tilfældet for geografi-, geologi- og de traditionelle biologiuddannelser på universiteterne.

Der er således på visse punkter betydningsfulde forskelle mellem de enkelte naturfag. Disse forskelle og mangfoldigheden af naturfag skal holdes for øje ved læsningen af rapporten. Ikke desto mindre er det arbejdsgruppens opfattelse at det i mange uddannelsessammenhænge er mest konstruktivt at betragte naturfagsområdet som en enhed - dette gælder især uddannelser med primært almendannende formål.

Udvalgte uddannelser og deres naturfaglige undervisningsfag

Folkeskolen

natur/teknik (1.-6. kl.)

biologi (7.-8. kl.)

geografi (7.-8. kl.)

fysik/kemi (7.-9. kl.)

Gymnasiale ungdomsuddannelser

Det almene gymnasium

Sproglig linje: biologi, geografi, naturfag

Matematisk linje: biologi, fysik, geografi, kemi

Højere forberedelseseksamen (hf)

biologi, fysik-kemi, geografi

11) Dette er dokumenteret i (Danmarks Evalueringsinstitut, 2002a).

Højere teknisk eksamen (htx)

biologi, fysik, geografi, kemi, teknologi, teknologihistorie

Højere handelseksamen (hbx)

Ingen obligatoriske naturfag

Tekniske erhvervsuddannelser (eud)

Naturfag, fysik-kemi

Videregående uddannelser

Kvu - laborant

kemi, arbejdsmiljø, mikrobiologi, laboratorietechnik, analytisk kemi, bioteknologi

Mvu - folkeskolelærer

natur/teknik, biologi, fysik/kemi, geografi

Mvu - pædagog

naturfag

Mvu - sygeplejerske

biokemi, anatomi/fysiologi, mikrobiologi/genetik

Lvu - farmaceut

biokemi, farmakologi, mikrobiologi, almen og uorganisk kemi, analytisk kemi, fysik, fysisk kemi, organisk kemi, farmakognosi, bioorganisk kemi, spektroskopi og statistik, lægemiddel-formulering, lægemiddelfremstilling, faglig formidling og metode, samfundsfarmaci, viden-skabsteori

*Lvu - civilingeniør**

almen kemi; bioteknologi og biovidenskab; eksperimentel kemi; elektromagnetisme; elek-tronik; energi; fysisk modellering; hydrologi, hydraulik og miljøteknologi; fysisk kemi; kemi, termodynamik og materialer; kemisk reaktionslære; klassisk elektromagnetisme; matematisk analyse og modeller for kemiske systemer; mekanik; miljøteknik og miljøkemi; moderne fysik og atomfysik; sedimentgeologi og Danmarks geologi; termodynamik

*Lvu - naturvidenskabelig kandidatuddannelse***

biologi, datalogi, fysik, geologi, idræt, kemi, matematik, matematik-økonomi, medicinal-kemi, molekylærbiologi, nanoteknologi

* Her er nævnt udvalgte kurser på civilingeniørstudiets første to år på DTU.

** Som eksempel på det brede spektrum af fag er taget de 11 fagindgange på bachelorgarden under den nye studiestruktur ved Aarhus Universitet. På de specifikke fagindgange bliver mangfoldigheden større, fx indgår på medicinsk kemi: Molekylærbiologi, almen kemi, uorganisk kemi, biokemi, moderne fysik, anatomi, molecular modelling, ...

Hvad er begrundelserne for naturfaglig undervisning?

Som en følge af de tidligere nævnte tre hovedudfordringer fremhæver arbejdsgruppen fire overordnede begrundelser for naturfaglig undervisning.

Natur- og omverdensforståelse

Naturfagsundervisningen har den meget vigtige funktion at bidrage til at elever og studerende kan opleve at være en del af naturen og erkende nye måder at arbejde med naturen. Undervisningen kan motivere til at fastholde følelsen af glæde ved at befinde sig i og opleve natur, vække forundring, nysgerrighed og refleksion over naturfænomener og bidrage til udvikling af ansvarlighed over for naturen. Det må ydermere være naturfagenes opgave at viderebringe erkendelsen af og respekten for at naturvidenskab og teknologi er en central del af den nutidige, vestlige kultur og dennes historiske forankring. Endelig bør naturfagsområdet bidrage til at udvikle kompetence til at vurdere risici og handle i forbindelse med personlige valg der involverer teknologi, sundhed, miljø mv.

Medborgerskab i et demokratisk samfund

Alle borgere bør som led i en almen dannelse have et grundlæggende kendskab til naturvidenskaberne og deres rolle som samfundsaktører. Hovedargumentet skal findes i den gennemgribende, uundværlige og til tider problematiske rolle som naturvidenskab og teknologi i dag spiller i vores samfunds udvikling og i de demokratiske beslutningsprocesser. Et uddannelsessystem der ikke kan løfte opgaven at uddanne til medborgerskab, vil bidrage til en samfundsudvikling præget af politiske hovsa-beslutninger, en siksak-kurs med hensyn til offentlig regulering af teknologi og produktion og et deraf følgende negativt udviklings- og erhvervs-klima. På et mere grundlæggende niveau handler dette perspektiv endvidere om at sikre imod demokratisk marginalisering af borgere på grund af manglende naturfaglige kompetencer.

Studieforberedelse og forandringsparathed

Naturfagsundervisning på primært og sekundært niveau har

som en uomgængelig begrundelse at sikre forberedelse til deltagelse i videre studier på henholdsvis sekundært og tertiært niveau. Dette gælder også i de eksisterende naturfaglige uddannelser, men forskellige uddannelseskulturer, dårlig koordinations og kommunikation uddannelserne imellem skaber unødige barrierer for de studerende ved overgangene mellem forskellige uddannelsesniveauer. Fremtidens naturfaglige uddannelser må forholde sig til dette problem, som forringer studieforberedelsesgrundlaget for mange unge. Naturfaglige uddannelser på sekundært og tertiært niveau bør endvidere indrettes så de forbereder til livslang læring uden for uddannelsessystemet og til



samfundsliv præget af et stadigt voksende behov for forandringsparathed.

Arbejdsmarkedsforberedelse

Der er behov for naturfaglige uddannelser som fungerer som forberedende til arbejdsmarkedet. Meget tyder på at en til stadighed større del af arbejdsmarkedet er afhængig af naturvidenskab og teknologi i en eller anden form, og at samfundet følgelig vil opleve et stadig større behov for højtuddannet arbejdskraft inden for disse felter.

Fremtidens naturfaglighed

Blandt politikere og uddannelsesaktører er begrebet faglighed i disse år meget anvendt, men ofte uden ledsagelse af en nærmere definition. I det følgende skitseres hvordan arbejdsgruppen anbefaler at benytte begrebet naturfaglighed.

Det er en ikke sjældent forekommende forståelse implicit at sætte faglighed i modsætningsforhold til pædagogik. En sådan forståelse er skadelig for arbejdet med at udvikle uddannelse og undervisning. I uddannelse bør pædagogiske og didaktiske overvejelser ses som nødvendige midler til at opnå et fagligt mål.

I den naturfaglighed der er hovedsigtet med undervisning i naturfagene i den almene del af uddannelsessystemet, bør som minimum indgå følgende områder:

- At kunne glædes ved, respektere og udvise ansvar over for naturen.
- At kende bærende ideer i dagens naturvidenskabelige verdensbillede - og nogle træk i dets historiske udvikling.
- At besidde og kunne trække på et vist niveau af almen, naturvidenskabeligt frembragt viden i relevante situationer.
- At forstå de metoder hvormed naturvidenskaber opnår viden og erkendelse, særligt betydningen af iagttagelse, eksperiment, model og den kvantitative tilgang.
- At forstå, respektere og værdsætte styrker og begrænsninger i

naturvidenskabelige metoder, værdier, beviser og kendsgerninger.

- At kunne vurdere og bidrage til debatter om risici og erkende etiske, moralske og politiske spørgsmål i forbindelse med de handlemuligheder naturvidenskab og teknologi tilbyder, herunder at kunne skelne mellem videnskabelig argumentation og værdimæssige vurderinger i dagsaktuelle socio-videnskabelige problemstillinger.
- At forstå den rolle naturvidenskab og teknologi spiller som elementer i udviklingen af vores kultur og velfærdssamfund, at kunne forholde og formulere sig kritisk til den samt at forstå og imødegå andres kritik af naturvidenskaberne.
- At kende til naturvidenskabernes plads i vor kulturarv, fx i en idéhistorisk og filosofisk sammenhæng.

Som antydnet skal naturvidenskab her forstås i flere sammenhænge: som en aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer samt som en imponerende mængde veletableret viden. Det er arbejdsgruppens opfattelse at en sådan forståelse langt fra er tilstrækkelig udbredt blandt aktører i uddannelsessystemet. Det vil således være en ambitiøs - men helt nødvendig - opgave at ændre dette.

Teknologi indgår i listen ovenfor fordi den eksisterer i kraft af og i samspil med både natur og naturvidenskab. Naturfagene har gode muligheder for at behandle teknologiproblematikker og -emner i undervisningen. Hvad angår en række aspekter, er naturfagene formentlig bedre rustet til dette end andre undervisningsfag, mens andre aspekter oplagt bør optræde i en tværfaglig sammenhæng. Desuden er samspillet mellem naturvidenskabelig forskning og teknologi så essentielt at det vil være et forfejlet billede at give af nutidens naturvidenskab hvis ikke der heri indgår teknologiaspekter.

Naturfaglighed omfatter også et fagligt udsyn, det vil sige et blik for hvordan de enkelte naturfaglige områder og natur-



videnskabelige discipliner er indbyrdes relaterede og kan befrugte hinanden, men også blik for mulighederne for samspil mellem naturfag og andre fagområder.

Naturfagene er en nødvendig del af almindannelsen

Naturfaglighed som den ovenfor skitserede bør være en betydelig del af den almindelse som flere uddannelser sigter på, men den bør også indgå i professionsuddannelser og andre videregående naturfaglige uddannelser. I vore dages videnssamfund - og hvad der måtte følge herefter - kan man ikke forstå kultur og samfund hvis ikke man ved hvad naturvidenskabeligt produceret viden er, hvordan vidensproduktionen foregår, og hvordan naturvidenskabelig viden kan bruges og misbruges.

Der bør arbejdes med at udbrede en mere vidtfavnende forestilling om det almendannende; *en forestilling som ligestiller humanistiske, samfundsfaglige og naturfaglige aspekter*. Dette gælder særligt i folkeskolen og det almene gymnasium.

Det må være ambitionen for naturfagene i Danmark at de både *tilbydes til alle*, og at de *har noget at tilbyde alle*. Det almendannende naturfaglige element må således leve op til to forventninger: at indholdet kan argumenteres at være væsentligt for *alle*, og at indholdet også *opleves* som vedkommende af i hvert fald et stort flertal.

Den markante kønsforskel mellem danske elevers interesser og præstationer som blev påpeget i kapitel 3, tyder på at det sidste ikke kan siges at være tilfældet i Danmark. Der bør derfor især arbejdes aktivt på at udvikle en undervisningspraksis som understøtter pigers og kvinders interesse for og muligheder for deltagelse i alle dele af naturfagsundervisningen.

Visionen om at naturfag skal tilbydes alle, kan forsynes med tilføjelsen *så tidligt som muligt*. Arbejdsgruppen bifalder således indførelsen af et naturfag for de mindste klasser i grundskolen (natur/teknik) med folkeskoleloven fra 1993. I samme ånd understreges også vigtigheden af at naturfag optræder på pædagoguddannelsen med henblik på at skabe de bedste rammer for førskolebørns naturoplevelser i børneinstitutioner.

Naturfag for alle indebærer også at målgruppen er alle befolkningsgrupper. Visse videregående tekniske, naturfaglige og sundhedsfaglige uddannelser vælges i højere grad af indvandrere og deres efterkommere end andre uddannelser og kan på denne måde være med til at udligne forskelle i uddannelsesniveau mellem befolkningsgrupperne. Naturfagene bør være opmærksomme på deres muligheder i denne sammenhæng og således tilrettelægge en undervisning der appellerer til alle uanset etnisk oprindelse.

Arbejdsgruppens vision indebærer også at naturvidenskab, som

er et grundlæggende udgangspunkt for al naturfaglig undervisning, må indgå i undervisningen som mere end blot leverandør af en afklaret sum af viden. I undervisningen bør man tilstræbe at give et mere nuanceret billede af samspillet mellem teori og empiri samt perspektivere naturvidenskaben i forhold til samfundet. I nogle lærebøger fremstilles videnskab imidlertid ofte som om resultater og teorier med tvingende logik følger som konsekvenser af eksperimenter, der mere eller mindre falder ned fra himlen. Det giver meget lidt plads til debat i klassen, men kigger man på historien, kan man se at det netop er uenigheden og debatten der er motor for udvikling inden for naturvidenskaberne. Der er således en alvorlig diskrepans mellem den videnskabelige virkelighed hvor diskussionen i det videnskabelige samfund er forskerens vigtigste redskab, og megen naturfaglig undervisning hvor eleverne oplever at der ikke er noget at diskutere.

De følgende tre overordnede anbefalinger udspringer af visionen for den naturfaglige del af uddannelsessystemet. Anbefalingerne formulerer hvilke grundsynspunkter der bør være udgangspunkt for udviklingen af fremtidens naturfaglige uddannelser.

Naturfag for alle

Alle aktører i uddannelsessystemet skal arbejde ud fra følgende grundsynspunkt: Naturfagene er for alle og bør indgå på lige vilkår med andre fagligheder i den almene dannelse.

Elevinteresse som succeskriterium

Undervisere og ledelse skal se det som et succeskriterium at fastholde og øge elevers og studerendes interesse for naturfagene. Der skal være særlig opmærksomhed på at understøtte pigers og kvinders interesse og deltagelse i alle dele af naturfagsundervisningen.

En moderne forståelse af naturfaglighed og almendannelse

Indholdet i naturfaglig undervisning bør vælges ud fra en moderne, bred forståelse af naturfaglighed. Genstanden for naturfagsundervisning er således naturvidenskab forstået som en aktør i samfundsudviklingen, som et spektrum af kollektivt organiserede erkendelsesprocesser, som det erkendelsesmæssige grundlag for de nutidige, vestlige kulturer samt som en imponerende mængde veletableret viden.



Naturfaglige kompetencer

I det følgende gives et kortfattet bud på en kompetencetænkning der - inspireret af og i overensstemmelse med KOM-projektet¹² - lever op til denne strategiplans anbefalinger, og som kan danne udgangspunkt for efterfølgende arbejde med kompetencebeskrivelser. I rapportens Bind 2¹³ gives en uddybende beskrivelse, bl.a. via en række eksempler, af hvordan naturfaglige kompetencer kan forstås og anvendes i uddannelsessystemet.

Hvorfor kompetencebeskrivelser?

Der hersker en voksende erkendelse af at uddannelsesverde-

Definition af naturfaglig kompetence

Naturfaglig kompetence defineres som det at have viden om, at forstå, udøve, anvende og kunne tage kritisk stilling til natur, naturfaglighed, naturvidenskab og teknologi i en mangfoldighed af sammenhænge hvori disse indgår eller kan komme til at indgå.

Naturfagene må have hovedansvaret for opnåelse af en sådan naturfaglig kompetence i uddannelsessystemet, men samtidig kan og bør andre fagområder også aktivt bidrage til dette. Lige som naturfagene også bør bidrage til at opfylde andre fagområders kompetencekrav, fx matematikkompetencer eller mundtlige og skriftlige kompetencer i dansk.

For at komme nærmere en operationalisering af naturfaglig kompetence er det nødvendigt at se på to aspekter:

1) Progression i naturfaglig kompetence og 2) delelementer af naturfaglig kompetence, jf. de følgende tekstbokse.

¹²) (Niss & Jensen, 2002).

¹³) (Busch et al., 2003).

nens hidtidige forkærlighed for simpel pensumbeskrivelse med et ensidigt fokus på indhold ikke længere står mål med det nutidige samfunds krav og udfordringer til både individer og fællesskaber.

Den uhensigtsmæssige fokusering på elevers pensumbeher-skelse imødekommer ikke samfundets behov for borgere som er i besiddelse af forandringsparathed, analytisk sans, handlekompetence, livslang læringsevne og samarbejdsevne. Den fremmer snarere elevers evne til at genfortælle pensum i en eksamenssituation uden dybere forståelse af grundlæggende begreber og sammenhænge.

Arbejdsgruppen ser kompetencebegrebet og kompetencebeskrivelser af undervisningsmål som et redskab til et nødvendigt kursskifte. Målet med at anvende kompetencetankgangen er at flytte fokus fra *lærerens gennemgang* af kendsgerninger - og elevers og studerendes reproduktion af samme - til *den lærendes udbytte* af undervisningen i forhold til vedkommendes videre liv og uddannelse.

Men målet er ikke at glemme eller negligere overvejelser om stofområder. En kompetencebaseret læseplan gør det netop mere påkrævet at man på de enkelte undervisningsniveauer overvejer hvilket stof der vil være det bedst egnede til det enkelte læringsforløb. Kompetencer både udvikles og udøves i omgangen med forskellige former for fagligt stof.

Samtidig er der gode tegn på at en kompetencebaseret undervisning kan skabe større motivation og interesse hos elever og studerende, blandt andet fordi kompetencetænkningen tydeliggør relevansen af en bestemt undervisning.

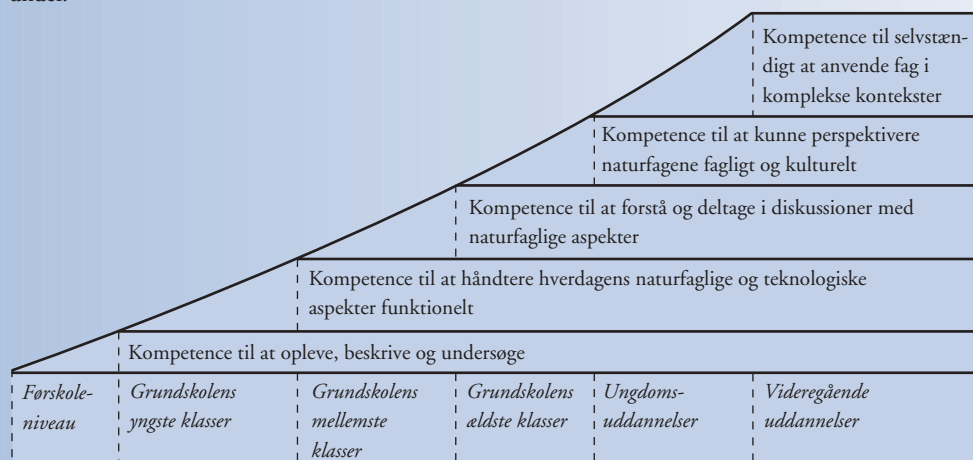
Det i tekstboksen beskrevne naturfaglige kompetencebegreb har klare styrker udadtil i forhold til uddannelsen af fremtidens samfundsborgere og indadtil i forhold til en bedre og mere udbytterig undervisning på langs og på tværs i uddannelsessystemet.

Kompetencebeskrivelser kan for uddannelsernes aktører bidrage til at tydeliggøre mål, strukturere processer og lette indbyrdes kommunikation. For ledelsers vedkommende kan dette handle om undervisningsmål og prioriteringsspørgsmål. For undervisere kan kompetencebeskrivelser bidrage til fagdidaktiske diskussioner og tilrettelæggelse af undervisning, især ved flerfaglig undervisning hvor undervisere fra forskellige naturfag indgår i et fælles team. For elever og studerende kan kompetencebeskrivelser medvirke til at dagsordensætte relevansdiskussioner og understøtte deltagerstyret undervisning.

For uddannelsespolitiske beslutningstagere kan kompetencebeskrivelser bidrage til at sætte fokus på tværfaglige uddannelsesmål, mindske problemer med overgange på langs og på tværs af uddannelsessystemerne og give mere plads til faglighedsdiskussioner.

Progression i naturfaglig kompetence

Progressionen i naturfaglig kompetence i uddannelsessystemet kan beskrives med nedenstående figur. Progressionen skal forstås således at hvert af de fem progressionstrin bygger på og inkluderer de foregående, idet et givet undervisningsniveau ikke vil gentage de foregående niveauers kompetencer, men videreudvikle og forfine dem. Figuren skal afspejle at selvom hvert progressionstrin først for alvor kommer på banen på ét uddannelsesniveau, indgår det også i mindre omfang på niveauet umiddelbart under.



Progressionstankegangen er således med til at definere de naturfaglige mål for de forskellige uddannelsesniveauer.

Fire naturfaglige delkompetencer

Naturfaglig kompetence som samlet helhed udbygges altså op gennem uddannelsessystemet. På det enkelte trin og i forhold til den konkrete undervisningsplanlægning er det hensigtsmæssigt at skelne mellem fire delkompetencer:

- Empirikompetence (observation og beskrivelse, eksperimenter, klassifikation, manuelle færdigheder, dataindsamling og -behandling, sikkerhed, vurdering af usikkerhed og hensigtsmæssighed, kritisere metoder, generalisering mellem praksis og teori, ...)
- Repræsentationskompetence (symboler og repræsentationer, iagttagelse, præsentere, skelne og skifte mellem forskellige repræsentationsniveauer, analysere, forstå forklarende kraft, abstrahere, reducere, ...)
- Modelleringskompetence (problemformulere, opstille, skelne mellem model og virkelighed, reducere, analysere, præcisere, anvende hensigtsmæssigt, verificere, falsificere, bestemme kausalitet, kritisere, videreudvikle, ...)
- Perspektiveringskompetence (indre sammenhæng, sammenhæng med ikke-naturfag, historisk/kulturel sammenhæng, relation til den nære og den fjerne omverden, reflektere over naturvidenskabernes og teknologiens roller i samfundsudvikling, kritisk vurdere naturfaglig viden i forhold til anden viden, ...)

Disse fire delkompetencer må indgå i enhver uddannelsesmæssig sammenhæng som indeholder naturfaglige elementer - og de bør derfor indgå i alle almindelige uddannelser. Vægtningen af de fire delkompetencer kan derimod være forskellig alt afhængig af uddannelsesmål, fag og uddannelsesniveau.

Naturfagligt indhold og naturfaglig kompetence

Naturfaglig kompetence er ikke en statisk størrelse som enten er opnået eller ej, men en dynamisk størrelse som udøves i omgangen med forskellige former for fagligt indhold. Det giver ikke mening at tale om opnåelse af kompetencer uden inddragelse af fagligt indhold.

Det er imidlertid ikke afgørende at udviklingen af en bestemt kompetence på et bestemt progressionsniveau knyttes til et bestemt indhold eller bestemte emner. Det må være op til den enkelte lærergruppe at udvælge det relevante naturfaglige stof til det enkelte undervisningsforløb, dog ud fra centralt fastlagte kriterier.

Udmøntning i uddannelsessystemet

Det er essentielt for implementeringen af den kompetence-baserede undervisning at hele evalueringskulturen i det danske uddannelsessystem tages op til revision. Målene for de fire delkompetencer og deres progression op gennem uddannelsessystemet skal genspejles i tilhørende evalueringer. Her tænkes på hele spektret af evalueringsformer fra løbende feedback undervejs i undervisningen til afsluttende prøver. Den traditionelle evalueringsform med prøver/eksaminer efter endt undervisningsforløb skal udvides til også at inkludere løbende evalueringer (både af elever/studerende og af undervisningen) der ikke nødvendigvis skal foregå som papir-og-blyant-test og ikke nødvendigvis udelukkende som individuelle evalueringer.

Det er også nødvendigt at sætte stærke kræfter ind på uddannelsen af samt efter- og videreuddannelsen af undervisere på alle niveauer. Underviseren er det afgørende lod i vægtskålen mellem succes og fiasko i den konkrete implementering af kompetencebeskrivelsen - uden hendes engagement, faglighed og erfaring vil ændringen hverken blive mærkbar eller gavnlig for den enkelte elev/studerende.

Sammenhæng i beskrivelser

Undervisningsministeriet bør sikre at alle naturfagene i uddannelsessystemet på langs og på tværs begrundes og målsættes efter samme principper for at sikre sammenhæng i uddannelseskæderne, gode overdragelsesforretninger og klarhed om elevers og studerendes forudsætninger.

Kompetencebeskrivelser

Undervisningsministeriet bør tage initiativ til at der med deltagelse af fagkonsulenter i de forskellige naturfag og på de forskellige uddannelsesniveauer nedsættes arbejdsgrupper der udarbejder kompetencebeskrivelser for hvert af naturfagene.

Udviklingsarbejder inden for evaluerings-, prøve- og undervisningsformer

Undervisningsministeriet bør iværksætte centralt styrede forsøg samt sikre mulighed for lokalt initierede forsøg som har til formål at udvikle evaluerings-, prøve- og undervisningsformer til brug for kompetencebaseret naturfaglig undervisning.

Kompetencebaserede kursus- og læseplaner

Kommuner, amter og andre lokale skolemyndigheder anbefales at sikre eller fremme udarbejdelsen af uddybende lokale læse- og kursusplaner i naturfagene baseret på de fire delkompetencer som er beskrevet i denne rapport.





Styrkelse af den naturfaglige uddannelseskultur

En stærk naturfaglig uddannelseskultur på den enkelte uddannelsesinstitution er afgørende for den nødvendige kvalitet og udvikling af den naturfaglige undervisning. Den naturfaglige uddannelseskultur omfatter opfattelser blandt institutionens aktører af naturfagenes indhold, disse fags indbyrdes forhold og relationer til andre undervisningsfag, men også deres praktiske muligheder for at trække på faglokaler og indgå i samarbejde med de øvrige fag. En sådan uddannelseskultur skabes og fastholdes af institutionens ledelse, undervisere, studerende/elever og evt. sidstnævntes forældre. Imidlertid spiller også uskrevede definitioner af fagenes indbyrdes status, eksempelvis i form af timetal og evalueringsformer, en betydelig rolle for naturfagenes muligheder for succes.

En naturfaglig uddannelseskultur konstitueres af en naturvidenskabelig faglighed, en pædagogisk og didaktisk faglighed og bevidsthed samt et fagligt og didaktisk fællesskab på uddannelsesinstitutionen. Svaghederne i de naturfaglige uddannelseskulturer på forskellige uddannelsesniveauer og -institutioner kan i vid udstrækning tilskrives manglende kompetencer blandt undervisere og ledelse på enten det naturvidenskabelige eller det pædagogisk-didaktiske område, kombineret med et samarbejds miljø blandt undervisere som ikke befordrer kvalitetsudvikling af undervisningen.

For at styrke den naturfaglige uddannelseskultur anbefales det at undervisningen i naturfagene på *alle uddannelsesniveauer* varetages af *faglige lærerteam* som omfatter flere fagligheder. Etableringen af lærerteam skal styrke målformuleringen og det fagdidaktiske arbejde, sikre sammenhængen mellem naturfagsundervisningen både på forskellige uddannelsesstrin og inden for de enkelte uddannelsesstrin og endelig bidrage til at udvikle og fastholde en robust naturfaglig enhed på uddannelsesinsti-

tutionen. Ledelsen på den enkelte uddannelsesinstitution skal sikre rammerne for oprettelsen af og arbejdet i disse lærerteam.

I grundskolen og de gymnasiale uddannelser er der mange steder en generel mangel på ressourcer til naturfagene, særligt set ud fra det perspektiv at fagene er empirisk funderede og derfor i vidt omfang baserer undervisningen på praktisk arbejde. Der er, som grundigt dokumenteret i blandt andet evalueringsrapporten om fysik i det almene gymnasium,¹⁴ behov for en genopretning af fagenes fysiske rammer og en sikring af fornuftige driftsmidler.

Grundskolen

En lang række undersøgelser dokumenterer at væsentlige problemer i den naturfaglige undervisning kan knyttes tæt til svagheder i de naturfaglige uddannelseskulturer som findes på uddannelsesinstitutionerne.

Som eksempel fra grundskolen kan natur/teknik-faget på 1.-6. klassetrin fremhæves. Faget blev introduceret med folkeskoleloven fra 1993 med forankring i en moderne og international anerkendt læseplan,¹⁵ men har i de senere år været udsat for en betydelig kritik.¹⁶ Natur/teknik-fagets vanskeligheder kan i vid udstrækning tilskrives den svage naturfaglige uddannelseskultur som eksisterer på de fleste folkeskoler landet over.¹⁷ Det karakteriserer således fagets vilkår at et fåtal af de undervisende lærere har linjefagsuddannelse inden for naturfagene, at undervisningen i faget har lav status i lærergruppen, at ledelsen ofte ikke kan stille egnede faglokaler til rådighed, og at faget hvad angår forældres og elevers opmærksomhed, i høj grad overses i forhold til de laveste klassetrins dominerende dansk- og matematikundervisning.

14) (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001a).

15) Jf. (Fensham, 2002).

16) Se især (A. Andersen, Dragsted, Nilsson & Sørensen, 1997) og (Broch & Egelund, 2002).

17) Dette uddybes i (Busch et al., 2003).

Analoge problemstillinger kan i en vis udstrækning dokumenteres for naturfagene biologi, fysik/kemi og geografi i 7.-9. klassetrin. Hertil kommer det faktum at kun fysik/kemi i dag er prøvefag, hvilket har en stor indflydelse på graden af opmærksomhed fagene imellem (biologi bliver prøvefag med indførelsen af den nye folkeskolelov fra 2003). Muligvis er dette en af de vigtigste årsager til at kun omkring en tredjedel af undervisningen i dag i biologi og geografi varetages af lærere med linjefagsuddannelse eller tilsvarende i disse fag. Der er ingen argumenter for at opretholde denne forskel i fagenes status, og den logiske konsekvens bliver derfor at alle naturfagene bør indgå på lige fod i folkeskolens afgangsprøve.

PISA-undersøgelsens demonstration af især de danske pigers svage naturfaglige kompetencer peger på behovet for at gøre en særlig indsats for at fastholde og udvikle pigernes interesse for og engagement i grundskolens naturfagsundervisning. Natur/teknik-faget kan på laveste og mellemste klassetrin i en vis udstrækning bidrage til dette, men der kan være behov for mere radikale tiltag i 7.-9. klasse, hvor eleverne når puberteten. Et forslag til et sådant tiltag kunne være forsøg med rene pigeklasser der undervises af kvindelige lærere.

Samtidig oplever mange elever i undervisningen et uhensigtsmæssigt skift i implicit forståelse af naturfaglighed ved overgangen fra 6. til 7. klasse på grund af utilstrækkelig koordination og fagdidaktisk samarbejde mellem lærere på henholdsvis natur/teknik-faget og naturfagene på de ældste klassetrin. Endelig kan det bekymrende forhold påpeges at disse naturfag på mange skoler hver især lever en isoleret tilværelse, forstået som en ringe grad af vekselvirkning - såvel indbyrdes som med de øvrige undervisningsfag.

På grundskoleområdet tegner der sig således et billede af en svag naturfaglig uddannelseskultur. En stærk naturfaglig uddannelseskultur på dette område må nødvendigvis indebære en anerkendelse blandt ledelse, lærere, elever og forældre af:

- at naturfagene ikke beskæftiger sig med isolerede øer af verdensfjern viden, men derimod har en vigtig almindelig funktion, ligeværdigt og gerne i samarbejde med de øvrige fag.
- at det kræver en betydelig naturfaglig og naturfagdidaktisk kompetence hos læreren at undervise i naturfagene, og at linjefagsuddannelse eller tilsvarende efteruddannelse derfor er nødvendig.
- at naturfagene er empirisk funderede og derfor fordrer rådighed over faglokaler, redskaber og længerevarende undervisningsperioder der kan anvendes til praktisk/eksperimentelt arbejde.
- at naturfagene hver for sig giver grundlag for en forståelse for hver deres aspekter af liv, natur og samfund og således ikke kan substituere hinanden, men at samarbejde mellem fagene er påtrængt for at elever opnår naturfaglige kompetencer på tilstrækkeligt niveau. Arbejde i faglige lærerteam er derfor en nødvendighed.
- at undervisning i naturfagene kræver en stadig kompetenceudvikling samt et velfungerende fagdidaktisk fællesskab og samarbejde blandt underviserne.

Ungdomsuddannelser

I dagens *almene gymnasium* kommer den naturfaglige uddannelseskulturs svagheder til udtryk i naturfagenes svage vekselvirkning indbyrdes og med andre undervisningsfag, samt i elevers omfattende bevidste fravalg af naturfagene. Underviserne stærke, men smalle naturvidenskabelige faglighed stammer fra de naturvidenskabelige kandidatuddannelsers snævre fagsyn og fra rodfæstede forståelser af faglighed der er indlejret i gymnasieundervisningens traditioner, og som savner modspil ved en dynamisk vekselvirkning med verden uden for gymnasiets mure. Det anbefales at der sikres en større bredde i rekrutteringen af undervisere til det almene gymnasium ved at anvende et bredere spektrum end i dag af naturvidenskabelige kandidatuddannelser og ingeniøruddannelser som grundlag for ansættelse, fx biokemi og uddannelser fra Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole og Danmarks Farmaceutiske Universitet,

uden at dette medfører en nedgang i det faglige niveau. Undervisere med erfaringer fra forskning og det private erhvervsliv kunne bidrage til at udvide fagsyn og perspektivere undervisningen.

Det skal sikres at de enkelte naturfag åbner for flerfagligt samarbejde inden for det naturfaglige område og for omfattende samarbejde med øvrige undervisningsfag. Her kan i første omgang peges på matematikfaget, som undervisningsmæssigt har meget at tilbyde de mere abstrakte og formelle områder i naturfagene. Matematikfaget i det almene gymnasium fremstår i dag endnu mere fagligt isoleret end naturfagene, og initiativer der kan ændre på dette, er tiltrængt. Samarbejde mellem naturfagene og de samfundsfaglige, humanistiske og kreative områder bør være en selvfølge, og det vil opnå gunstige levebetingelser hvis naturfagene demonstrerer



vilje til at tilbyde noget til alle og til at indgå i det almendannende projekt. Det kræver imidlertid gensidig respekt og vilje til at etablere sådanne samarbejder, og dette må skoleledelserne sørge for.

I den kommende *reform af de gymnasiale uddannelser* skal såvel den naturfaglige uddannelseskultur som naturfagenes ligeværdige bidrag til den almene dannelse styrkes. Derfor skal der indgå naturfaglige undervisningsforløb i alle gymnasiale uddannelser, dvs. både det almene gymnasium, hf, hhx og htx, om end i forskelligt omfang i forhold til de fire uddannelsers forskellige profiler.

Visionen om den brede naturfaglighed, som anbefales i nærværende rapports kapitel 4, fordrer at disse naturfaglige forløb dels indeholder elementer fra en række naturfaglige områder, dels inddrager uddannelsernes øvrige fag. Dele af undervisningsfagene biologi, fysik, geografi og kemi som de kendes i de gymnasiale uddannelser i dag, bør *alle* indgå. Det vil imidlertid ganske givet være nødvendigt at modernisere indholdet gennem sammentænkte kompetencebeskrivelser. Hertil kommer at det vil være nødvendigt i højere grad - særligt i det almene gymnasium - at inddrage teknologiaspekter i undervisningen fordi disse som tidligere nævnt er en essentiel del af et nutidigt billede af samspillet mellem naturvidenskab og samfund.

For hhx, hvor der i dag ikke er et obligatorisk naturfag, bør indføres et naturfagligt forløb indeholdende biologi, fysik, geografi og kemi med særlig sigte mod at skabe forudsætninger for selvforståelse, omverdensforståelse og demokratisk deltagelse.

I det almene gymnasium skal der i *alle studieretninger* indgå naturfaglige almendannende læringsforløb. Anbefalingen er her at enhver person med almen studentereksamen som minimum opnår et C-niveau inden for naturfagene biologi, fysik, geografi og kemi gennem grundforløbet og studieretningsfor-

løbet.¹⁸ I alle studieretninger bør den naturfaglige undervisning planlægges og gennemføres af et *fagligt lærerteam* for at sikre både samspillet mellem fagene og en høj faglighed. Det er et ledelsesansvar at disse team også indgår i flerfaglige samarbejder med uddannelsens øvrige faglærere.

I udbudet af *naturfaglige studieretninger* skal man undgå at skabe studieretninger der retter sig enten mod drenge eller mod piger. En sådan opdeling vil være den sandsynlige konsekvens af studieretninger der enten fokuserer mod fx fysik-kemi eller kemi-biologi. Derimod vil en studieretning der omfatter fagene fysik, kemi og biologi på lige fod, kunne forventes at udvise en balanceret sammensætning af de to køn. Elementer af naturgeografi bør inddrages. En sådan studieretning kan og bør udbydes af samtlige gymnasier uanset størrelse. Den vil endvidere udgøre et velegnet, fælles optagelsesgrundlag for samtlige videregående uddannelser ved bl.a. de naturvidenskabelige og medicinske fakulteter, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, DTU og Danmarks Farmaceutiske Universitet. Et mere homogent indgangsniveau blandt de studerende vil give uddannelsesinstitutionerne bedre betingelser for at tilrettelægge og gennemføre undervisningen. Det vurderes at gevinsterne der herved opnås, vil mere end opveje ulemperne.

Videregående uddannelser

De naturvidenskabelige bachelor- og kandidatuddannelser er kendetegnet ved at være forankret i en ofte meget stærk forskningskultur, mens den naturfaglige uddannelseskultur står relativt svagt. Betydningen af pædagogisk og didaktisk faglighed har af ledelse, ansatte og studerende traditionelt været underspillet. Dette kommer til udtryk i en utilstrækkelig kompetence til at begrunde og tilrettelægge uddannelse og undervisning; herunder udvikling af den daglige undervisnings-

18) I dag opnår alle på sproglig linje som minimum C-niveau inden for naturfag (ækvivalerer C-niveau i matematik og fysik-kemi), biologi og geografi, mens alle på matematisk linje opnår biologi, geografi og kemi på C-niveau samt matematik og fysik på B-niveau.

praksis ved brug af nye undervisnings- og evalueringsformer.¹⁹ Det har således ikke været vurderet nødvendigt at have en pædagogisk uddannelse som grundlag for varetagelsen af undervisningen ved universiteterne. Dette er ændret fra 1993 med lovmæssigt krav til adjunkter om en pædagogisk efteruddannelse som forudsætning for en fastansættelse. Loven gælder kun nyansættelser, og undervisere på tertiært niveau ansat før lovens ikrafttræden har følgelig typisk ingen formelle pædagogiske og didaktiske kompetencer.

I de senere år er der, især blandt yngre ansatte, på de videregående naturvidenskabelige og tekniske uddannelser skabt en betydelig interesse for udvikling af pædagogiske og didaktiske kompetencer. En sådan udvikling hæmmes imidlertid af at universiteternes uddannelsesopgaver reelt har betydelig lavere status end forskningsopgaver. Forskellen i status understøttes af meriteringskriterierne i forbindelse med fastansættelserne, hvor en ansøgers pædagogiske og didaktiske kompetencer kommer i anden række i forhold til den forskningsmæssige portefølje. Denne ansættelsespolitik er imidlertid meget svær at ændre for universiteterne fordi ubalancen mellem forsknings- og uddannelsesopgaver er indlejret i bevillingssystemet. Det er værd at notere at den omtalte skævhed ikke er i harmoni med den kommende universitetslovs fremhævelse af forskning og uddannelse som ligeværdige formål for universiteternes virke.²⁰

Den naturfaglige uddannelseskultur på tertiært niveau vil kunne styrkes ved brede indgange til de naturfaglige studier. De studerende skal gennem de brede studieindgange have mulighed for at orientere sig blandt de mange mulige specialiseringsretninger og deres indbyrdes sammenhæng. Brede studieindgange kan både forstås som flerfaglige introduktionsforløb (fx basisår) og ikke-specialiserede studieretninger. Brede ind-

19) Dette er belyst mht. fysik, kemi og matematik i (Evalueringscenteret, 1998).

20) *Forslag til Universitetslov af 2003, kapitel 1, § 1, stk. 2*: Universitetet har til opgave at drive forskning og give forskningsbaseret uddannelse indtil højeste internationale niveau inden for sine fagområder. Universitetet skal sikre et ligeværdigt samspil mellem forskning og uddannelse.

gange giver ligeledes universiteterne mulighed for at skabe klarhed i uddannelsesvalget og fleksibilitet for undervisere og studerende. Samtidig bør universiteterne prioritere studie-startsoplevelsen hos de studerende højere i form af bl.a. en nærmere fysisk og lokalemæssig tilknytning til institutternes medarbejdere, god og aktiverende undervisning på de første studieår samt øget studievejledning.

På en række naturvidenskabelige universitetsfag med rekrutteringsproblemer har der i mange år været en markant skævhed i underviserstabens kønssammensætning sammenlignet med studenterpopulationens sammensætning, oftest med kraftig underrepræsentation af kvindelige undervisere, med dertil hørende mangel på rollemodeller. Det anbefales derfor at man via universiteternes udviklingskontrakter belønner områder som aktivt retter op på dette misforhold.

Naturfag uden for uddannelsessystemet

Der har i dette kapitel indtil nu været fokuseret på den naturfaglige kultur der præger den institutionaliserede uddannelse. Der er imidlertid grund til også at rette blikket mod den formidling af naturvidenskab og teknologi som foregår uden for det etablerede uddannelsessystem. Uformelle naturfaglige læringsmiljøer som fx teknik- og naturvidenskabscentre, museer, naturskoler, akvarier mv. gennemfører såvel på egen hånd som i samarbejde med uddannelsesinstitutioner en lang række undervisningsaktiviteter. Denne type samarbejder må udvides og videreudvikles, og der er behov for at afsætte øgede ressourcer til dette formål.

Ligeledes bør mulighederne for at etablere stærke samarbejder mellem skole og erhvervsliv udvikles. Samarbejde mellem skole og erhvervsliv skal fra skolernes side opfattes som en reel læringsressource - og ikke som "sodavandsbesøg". Dette kræver dog at de implicerede virksomheder ser ud over egne snævre interesser i at profilere sig over for elever, lokalsamfund mv. Samarbejdet mellem skole og erhvervsliv kunne fx foregå ved etablering af læringskonsortier hvor virksomhedernes erfa-

ringer med teambuilding, kompetencetænkning og efteruddannelse kunne tages som udgangspunkt.

For mennesker uden for uddannelsessystemet er medierne den største kilde til viden om naturvidenskab og teknologi.²¹ I betragtning af at Danmark er et højt teknologisk samfund med en stærk og konkurrencedygtig industri, er vi påfaldende dårlige til at eksponere, forstå og tale om teknologiseringen og videnskabeliggørelsen af vores samfund og kultur i forhold til de lande der omgiver os. Selvom en del af ansvaret for denne kommunikationsbrist kan føres tilbage til mediernes til tider ensidige fokusering på sensationer og dramatiske fremstillinger, ligger en del af ansvaret også hos det videnskabelige samfund.

Forskere har en demokratisk pligt til at kommunikere med andre end deres kolleger og fagfæller, også for at kunne fungere som rollemodeller for børn og unge. Der er i den danske undervisningsverden, i medierne og i offentligheden en markant mangel på rollemodeller i form af normale mennesker af begge køn og alle aldre som brænder for deres arbejde inden for naturvidenskab og teknologi, og som via deres arbejde er med til at forme samfundet. Specielt mangler der kvindelige rollemodeller inden for alle niveauer af naturfagene, med en tendens til at manglen bliver mere udtalt desto længere man bevæger sig op i undervisningsniveau, og desto længere man bevæger sig mod det fysiske/kemiske/tekniske fagområde. Dette problem kunne afhjælpes ved at undervisnings- og forskningsinstitutionerne *aktivt* prøver at formidle et mere passende udvalg af rollemodeller, med en ligelig repræsentation af begge køn.

21) Dette er ikke særligt for Danmark, som det også er belyst i (EU, 2001).

Faglige lærerteam

For *alle uddannelsesniveauer* anbefales det at ansvaret for undervisningen i naturfagene varetages af faglige lærerteam som omfatter flere fagligheder. Ledelsen på den enkelte uddannelsesinstitution skal sikre rammerne for oprettelsen af og arbejdet i lærerteam.

På *grundskoleområdet* anbefales:

Naturfagsundervisningen på 1.-6. klassetrin skal fastholdes i det *integrerede* fag natur/teknik. Faget styrkes ved at sikre iværksættelse af udvikling af lokale læseplaner, indførelse af ministerielle krav om sikring af egnede faglokaler og undervisningsressourcer samt om efteruddannelse af undervisere uden linjefag i natur/teknik.

På 7.-9. klassetrin skal etableres en *koordinering af* naturfagene der samler fagligheder fra de nuværende tre skemalagte naturfag og udgør et bedre grundlag for såvel fordybelse i naturfaglige indholdsområder som deltagelse i tværfaglig undervisning. Naturfagene skal ligestilles og indgå på lige fod i folkeskolens afgangsprøve.

Skoleledelsen bør konsekvent kun anvende naturfagslærere der er fuldt fagdidaktisk kvalificerede. Krav om linjefag eller tilsvarende efteruddannelse bør prioriteres højere end fælærerprincippet, særligt i de ældre klasser.

På ungdomsuddannelsesområdet anbefales:

Den naturfaglige almindelig dannelse skal sikres under overskriften naturfag for alle. I grundforløbet i det almene gymnasium, hhx og htx bør alle elever uden undtagelse modtage en almindelig dannende naturfaglig undervisning med særligt sigte mod at skabe forudsætninger for selvforståelse, omverdensforståelse og demokratisk deltagelse. På hhx bør dette ske ved at indføre et naturfagligt forløb indeholdende biologi, geografi, fysik og kemi.

I htx og de almengymnasiale uddannelser bør der indgå naturfaglige almindelig dannende læringsforløb i alle studieretninger. I enhver studentereksamen herfra bør som minimum indgå C-niveau i biologi, fysik, geografi og kemi. Dette bør samtidig gælde for hf.

Med henblik på at sikre en mere balanceret rekruttering fra begge køn og et homogent optagelsesgrundlag anbefales det at alle gymnasier udbyder en naturfaglig studieretning der omfatter fagene fysik, kemi og biologi på lige fod. Det anbefales endvidere at de naturvidenskabelige og medicinske fakulteter, KVL, DTU og Danmarks Farmaceutiske Universitet udmelder denne studieretning som et fælles, velegnet optagelsesgrundlag.

Undervisningskompetence i gymnasiet skal kunne opnås via et bredere spektrum af uddannelser for at opnå et lærerkorps med en bredere tilgang til fagene, som igen giver diversitet i erfaring på lærerværelserne og i lærerteam.

Skoleledere skal sikre fora og ressourcer til naturfagdidaktisk debat og samarbejde samt give støtte til naturfagdidaktisk udviklingsarbejde med fokus på læring, evaluering og kompetencetænkning.

På det videregående uddannelsesområde anbefales:

De senere års satsning på naturvidenskabsdidaktisk udviklings- og forskningsarbejde bør følges op, udbredes og styrkes - evt. som led i Videnskabsministeriets udviklingskontrakter med institutionerne.

På fag med markant skævhed i lærerstabens kønssammensætning sammenlignet med studenterpopulationens anbefales det at Videnskabsministeriet via udviklingskontrakten belønner områder der aktivt retter op på dette.

Ledelsen skal sikre en løbende pædagogisk og fagdidaktisk kompetenceudvikling af *alle* undervisere i naturfagene.

I forbindelse med nyansættelser på universiteter skal pædagogiske og didaktiske kompetencer have lige så afgørende betydning som forskningsmæssige kompetencer.

Studieindgangene til naturfaglige uddannelser bør være brede for at skabe klarhed i uddannelsesvalget og øget fleksibilitet.



Styrkelse af lærerkompetencer

Lærernes kompetencer er den mest afgørende faktor for succesrig undervisning, og de kræver kontinuerlig pleje og udvikling. I hele det danske uddannelsessystem er investering i medarbejderudvikling imidlertid et forsømt område.

Det eksisterende lærerkorps i naturfagene har forudsætningerne for den omstillingsproces som er påkrævet for at nå de mål der beskrives i nærværende strategiplan. De nødvendige redskaber til denne proces - efter- og videreuddannelse, lokalt og regionalt udviklingsarbejde, fagligt kollegiale kulturer og fagdidaktisk forskning - er imidlertid for svage eller ikke eksisterende i dag. Inden for disse områder er der derfor behov for en systematisk, koordineret og målrettet indsats over en årrække.

Gennem dette kapitel refereres der til lærere som en samlet betegnelse for undervisere på alle uddannelsesniveauer.

Efter- og videreuddannelse af lærerkorps

Oprettelse af faglige lærerteam på uddannelsesinstitutionerne vil være en nøgle til at skabe sammenhæng horisontalt mellem fagene på et givet uddannelsesstrin og vertikalt mellem de successive uddannelsesstrin. De faglige lærerteam skal i fællesskab have ansvar for undervisningen i naturfagene og herunder for sikring af den ønskede flerfaglighed mellem naturfagene og med andre fag. Herved vil sådanne team være et effektivt værktøj til at bryde den jævnligt påpegede isolation af naturfagene i uddannelsessystemet.

Ledelser af uddannelsesinstitutioner skal se et sådant fagligt lærerteam som et nødvendigt forum for flerfagligt samarbejde hvor udvikling af nye undervisningsmaterialer, afprøvning af nye samarbejdsformer og fagdidaktisk diskussion kan foregå på kvalificeret måde.

I *folkeskolen*, som præges af en generelt svag fagdidaktisk kultur, og hvor der ofte kun er ganske få lærere til at undervise i de små naturfag, vil et fagteam med ressourcer til fagligt og fagdidaktisk samarbejde bidrage til en naturfaglig læreridentitet og skabelse af en naturfaglig kultur på skolen. Skoleledelsen skal således i mindre omfang basere undervisningen på den enkelte lærers isolerede indsats, men i langt højere grad på støtte til faglærerteam som struktureret arbejder med flerfaglige problemstillinger. Dialog og forpligtende samarbejde mellem lærerteam på for eksempel en folkeskole og et nabo-gymnasium, evt. med udveksling af undervisere, vil også udgøre positive bidrag i brobygningsarbejdet mellem forskellige uddannelsesstrin.

På andre uddannelsesstrin gør andre strukturelle, personale-mæssige og økonomiske forhold sig gældende, men arbejdsgruppens anbefalinger om efter- og videreuddannelse af lærer-korpset med fokus på faglige lærerteam skal også her ses som en nødvendig vej mod en styrkelse af lærerkompetencerne op gennem hele uddannelsessystemet.

Indholdet af efter- og videreuddannelsen af lærerkorpset kan have mange former. Inden for nogle grene af uddannelses-systemet er det ønskeligt med en opgradering på den faglige front, mens det i andre grene er ønskeligt med efteruddannelse inden for det fagdidaktiske område. I eksempelvis folkeskole-læreruddannelsen står det almenpædagogiske og almen-didaktiske relativt stærkt, men på et noget spinkelt naturfagligt grundlag. Omvendt forholder det sig for eksempel i gymnasie-læreruddannelsen, hvor fagligheden er stærk, men det pæda-gogiske, almen-didaktiske og fagdidaktiske forholdsvist svagt. Fælles for efter- og videreuddannelsesstilbuddene er vigtigheden af at der bliver lagt vægt på aktiverende undervisningsformer, evaluering som udviklingsredskab for både eleven/den stude-rende og underviseren, og eleverne som læringsressourcer.

Diskussionen om naturfagenes krise og behovet for en styr-kelse af den naturfaglige uddannelseskultur har hidtil over-

vejende været ført på nationalt plan. I kommuner, amter, i skolebestyrelser og hos skoleledelserne har denne diskussion haft en yderst beskeden genklang. Dette afspejles lokalt - hos beslutningstagerne - i en manglende prioritering af blandt andet midler til efteruddannelse af naturfagslærere og til udviklingsarbejder på området. Interessen for efteruddannelse og udvikling er til stede blandt naturfagslærerne, men denne interesse får ikke noget lokalt medspil. Løsning af konflikten mellem den forskellige nationale og lokale prioritering af naturfagernes rolle og udvikling er en af hovednøglerne hvis denne rapportes anbefalinger skal kunne føres ud i livet. Forpligtende politiske aftaler mellem stat, amter og kommuner synes derfor nødvendige, men først skal der etableres en fælles forståelse af problemets vigtighed.

I bestræbelserne på at udvikle et effektivt efter- og videreuddannelsessystem for lærere på alle uddannelsesniveauer og samtidig drage nytte af allerede eksisterende ordninger og instanser skal et antal udviklingskonsulentstillinger oprettes. Konsulenternes arbejdsfelt skal hovedsageligt være af koordinerende karakter og dække alle uddannelsesniveauer, inkl. det tertiære. Udviklingskonsulenterne skal samarbejde med Undervisningsministeriets fagkonsulenter. Konsulentsystemet anvendes i denne funktion til systematisk at udvikle sammenhængen i faglærerteamarbejdet, horisontalt mellem fagene og vertikalt mellem uddannelsesniveauerne, ligesom det skal kunne bidrage til kvalitetssikring af lokale udviklingsprojekter samt udarbejdelse af lokale læseplaner. Brobygningsarbejde mellem successive uddannelsesniveauer skal have central placering og blandt andet indbefatte udveksling af lærerkræfter. I det decentrale danske skolesystem vurderes det at ca. 0,5% af lærerressourcerne bør afsættes til varetagelse af koordineringsopgaver.

Læreruddannelsessystemet skal gentænkes

Læreruddannelsessystemet i Danmark er resultatet af en lang historisk udvikling, hvilket er en af årsagerne til en enestående grad af spredning på forskellige institutioner som ikke mentalt har meget med hinanden at gøre. Læreruddannelserne i natur-

fag er lokaliseret ved pædagogseminarier, seminarier og universiteter og andre typer af institutioner med vidt forskellige paradigmer og idealer mht. den indbyrdes balance mellem fag, fagdidaktik og pædagogik. I modsætning til i mange andre lande er der således ikke et naturligt forum for at indtænke eksempelvis progressionen i undervisningen fra førskoleniveau til universitetsniveau.

De meget forskellige skole- og læreruddannelseskulturer uden indbygget gensidig kommunikation er den væsentligste blandt årsagerne til de alvorlige brobygningsproblemer som kan konstateres overalt i det danske uddannelsessystem. Problemerne findes fra indslusningen i folkeskolen til udslusningen på arbejdsmarkedet, med frafaldsproblemer og spild af menneskelige ressourcer til følge.



I lyset heraf er der behov for at gennemtænke læreruddannelsessystemet med henblik på fremtidens krav. Ændringer på dette område er en langvarig proces der kræver grundige overvejelser. En målsætning i et nyt læreruddannelsessystem skal være sikringen af sammenhæng imellem lærerfunktionen på de enkelte uddannelsesniveauer og skabelsen af rum for en styrkelse af den pædagogiske, faglige og fagdidaktiske kultur.

På kortere sigt er der også behov for justeringer i læreruddannelsessystemet. I folkeskolelæreruddannelsen har de naturfaglige linjefag en alt for ringe størrelse i forhold til de indgangskompetencer som de lærerstuderende møder op med. Der forudsættes i princippet faglig kompetence på "gymnasialt B-niveau", men relativt få lærerstuderende lever i praksis op hertil. Det anbefales derfor at revidere læreruddannelsen til kun at omfatte 3 linjefag (mod nu 4) og til gengæld forøge årsværket i linjefagene i forhold til det nuværende 0,55 studieårsværk. Både lærere og studerende i læreruddannelsens naturfaglige linjefag ønsker sig større faglig og fagdidaktisk fordybelse. Hertil kunne man føje et behov for en fordybelse i hvordan naturfagene kunne spille bedre sammen på langs og på tværs i folkeskolen.

I folkeskolelæreruddannelsen bør linjefagenes centrale kundskabs- og færdighedsområder i videst muligt omfang formuleres i kompetencetermer. En lignende opgave skal løses i forbindelse med gymnasielæreruddannelsen, og det vil være naturligt at seminarier/CVU'er og universiteter går i nær dialog og udviklingssamarbejde herom. Dette er imidlertid ikke kun gældende for de naturfaglige linjefag.

I forlængelse heraf skal uddannelsen til gymnasielærer genovervejes. Gymnasielærerprofessionen lider under at være en lidet eftertragtet beskæftigelsesmulighed blandt nye universitetsstuderende. Ved at indføre kommunikations-, formidlings- og fagdidaktiske elementer i de naturfaglige universitetsuddannelser kan universiteterne dels løse en påtrængende opgave af betydning uanset karrierevalg, dels signalere en øget

status af formidling og undervisning som uddannelsesmål. På sigt bør det overvejes hvordan disse uddannelseselementer kan udvikles og samles, og hvordan særlige studieretninger med fokus på formidling af og undervisning i naturfagene kan tilrettelægges.

Der er mange - hver for sig fornuftige - muligheder for at indrette uddannelsen af lærere i naturfagene. Man kan både indrette uddannelser hvor didaktisk-pædagogiske komponenter er en del af selve uddannelsen, og uddannelser hvor sådanne komponenter først behandles i et efterfølgende forløb. Arbejdsgruppen ønsker ikke at angive bestemte strukturer for hvordan didaktiske og pædagogiske komponenter bør bringes i samspil med de naturvidenskabelige komponenter. Det afgørende er at dette faktisk sker med en åbenhed over for det pædagogisk-didaktiske område og med inddragelse af ekspertise herfra.

Efter- og videreuddannelse for faglige lærerteam

Efter- og videreuddannelsessystemet skal styrkes. Amter og kommuner skal sikre at de økonomiske rammer er til stede.

I planlægningen af den systematiske efteruddannelse af skolens lærere skal skoleledelsen prioritere kursusudbud som er rettet mod faglige lærerteam.

Regionale udviklingskonsulenter

Til sikring af de organisatoriske rammer for efter- og videreuddannelse oprettes et antal udviklingskonsulentstillinger som skal tilknyttes de nationale ressourcecentre (se kapitel 8). Ansvar for udviklingskonsulenterne og deres finansiering ligger hos stat, amter og kommuner i fællesskab.

Nyt læreruddannelsessystem i Danmark

Der bør nedsættes et udvalg der grundigt overvejer og analyser det samlede danske læreruddannelsessystem på langs. I overvejelserne skal nye samarbejdsrelationer mellem CVU'er og universiteter indgå. Som støtte for denne udvikling skal fagdidaktik gøres til et indsatsområde (se kapitel 8).

Justering af folkeskolelæreruddannelsen

Folkeskolelæreruddannelsen bør på kort sigt ændres fra 4 til 3 linjefag, der til gengæld skal være markant større i årsværk.

Videregående uddannelser med større vægt på formidlingskompetence

De videregående naturfaglige uddannelser skal udbyde fagdidaktiske og formidlingsrettede elementer og på sigt studieretninger med fokus på undervisning og formidling inden for naturfagene.

Samarbejde mellem CVU'er og universiteter

CVU'er og universiteter bør indgå i et udviklingssamarbejde om at basere læreruddannelserne på en kompetencetænkning.



Tre strategiske indsatsområder

I det seneste årti har der i Danmark været mange mindre tiltag for at fremme interesse og uddannelse inden for teknik og naturvidenskab.²² Generelt er der blandt politikere, erhvervsfolk og andre et ønske om at styrke naturvidenskab i uddannelsessystemerne. Lokalt gør mange lærere en forbilledlig indsats for at udvikle undervisning og skabe bedre muligheder for læring i naturfagene.

Men udfordringerne er af en sådan størrelse at staten må yde en ambitiøs og målrettet indsats som styrker og koordinerer initiativerne nationalt. I dette kapitel argumenteres for tre overordnede, strategiske tiltag som skal sikre at Danmark kan løfte udfordringerne: etablering af nationale ressourcecentre i naturfagene, Naturfagernes Udviklingsfond samt udpegning af fagdidaktik som strategisk forskningsområde.

Overlades opgaverne til enkeltstående, decentrale initiativer, vil de gode kræfter der lægges i projekterne, aldrig blive udbredt til større dele af uddannelsessystemet grundet manglende erfaringsopsamling og formidling af resultaterne. Samtidig vil væsentlige udfordringer slet ikke tages op fordi de kræver en central samtænkning og koordination. Det karakteriserer udfordringerne inden for det naturfaglige uddannelsesområde at de netop ikke synes presserende - ja måske slet ikke er synlige - på lokalt niveau og først bliver det når de anskues i en national målestok.

Anbefalingerne i nærværende strategiplan bidrager til operationalisering af de reformer i uddannelsessystemet som for øjeblikket udarbejdes, nemlig folkeskoleforliget fra 2002, den

22) En kortlægning af disse initiativer findes i (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001b). Information om hvert af de heri beskrevne initiativer kan findes på www.natfag.dk.

kommende reform af de gymnasiale uddannelser samt den kommende universitetslov. Den største udfordring ved at gøre intentionerne til virkelighed vil være omlægningen i arbejdsform fra enkeltlærerbaserede til fagteambaserede uddannelser. De enkelte lærerteam får i denne forbindelse en række påtrængende ressourcebehov af forskellig art som ikke kan tilgodeses i nødvendigt omfang i dagens system. Efter arbejdsgruppens analyser bliver der behov for et spektrum af støttende aktiviteter, nedenfor samlet under tre overskrifter, som er inspireret af de internationale og især nordiske initiativer der har vist størst gennemslagskraft. Forslagene skal sikre Danmark mulighed for at opsamle og nyttiggøre disse internationale erfaringer.

Nationale ressourcecentre i naturfagene - aktør i et nordisk netværk

Uddannelsesinstitutionernes faglige lærerteam får stort behov for støtte fra faglige ressourcecentre med henblik på ideer, materialer og erfaringer til udvikling af kompetencebaseret, tvær- og flerfagligt samarbejde, herunder med fag uden for naturfagene. Trods tilstedeværelsen af en række forskellige miljøer som på den ene eller anden måde besidder fagdidaktiske kompetencer og viden om skoleudvikling, eksisterer der i Danmark i dag ikke sådanne centre der ud fra en national koordination er i stand til at give det nødvendige samlede løft til lærerne inden for det naturfaglige område. De bør derfor oprettes, men naturligvis med udgangspunkt i at bygge videre på eksisterende kompetencer inden for miljøerne.

Centrenes aktiviteter, der skal koordineres centrene imellem, skal primært rette sig mod lærere, bl.a. ved teambaserede efteruddannelseskurser (herunder it-støttede fjernundervisningskurser), fagdidaktisk udveksling og netværksdannelse såvel mellem skolerne indbyrdes som i brobygningsprojekter mellem forskellige uddannelsestrin (vertikal sammenhæng). Systematisk erfaringsopsamling og vidensdeling bliver en vigtig opgave. Særligt skal der arbejdes med udvikling af undervisningsformer der

- er rettet mod projektorienteret eller temaorienteret tværfagligt arbejde, gerne undervisningsformer der lægger vægt på elevernes egen formidling af stoffet.
- arbejder med at inddrage eleverne i problemafgrænsning og problemformulering i relation til valg af undervisningsemner ("fra ide til undervisning").
- arbejder med "undervisning uden lærebogssystem".
- lægger op til dannelse af varige læringsmiljøer gennem samarbejde mellem skoler og eksterne aktører som erhvervsvirksomheder, offentlige virksomheder, forskningscentre, museer, teknik- og naturvidenskabscentre, naturskoler, naturvejlederordninger, etc.

I Sverige og Norge har man taget konsekvensen af behovet for løsning af disse opgaver via oprettelse af nationale ressourc-

De svenske ressourcetre

Sverige har siden 1998 oprettet i alt fem nationale ressourcetre som skal støtte udvikling af aktuel og stimulerende naturfaglig og teknisk undervisning i hele skolesystemet, fra førskoleniveau til voksenuddannelse. Centrene bidrager til øget kompetence, interesse og motivation hos både lærere og elever og fremmer kontakter mellem uddannelsesinstitutioner, forskning og erhvervsliv.

Alle centre er oprettet i et samarbejde mellem den statslige skolemyndighed ("Skolverket"), mindst ét universitet og typisk også en læreruddannelsesinstitution. Hvert center skal støtte lærere i hele landet inden for et fagområde (biologi/biokemi, fysik, kemi, matematik og teknik). Centrene afholder bl.a. efteruddannelseskurser og udarbejder internetressourcer til lærere der underviser inden for centrets fagområde.

Seneste udvikling er en fælles internetportal for naturvidenskab og teknik (www.skolverket.se/notnavet/), hvor der også er link til ressourcetrene.

centre for lærerne i naturfagene. I Sverige er sådanne centre for de enkelte fag udliciteret til en række universiteter, mens Norge opbygger et samlet nationalt center i Oslo, "Naturfagscenteret".²³ Det vurderes for Danmarks vedkommende at en central ledelsesfunktion kombineret med en decentral lokalisering giver den bedste mulighed for synergi og vekselvirkning med de relevante kommunale og amtslige aktiviteter der foregår på amtscentre for undervisningsmidler, kommunale pædagogiske centre, CVU'er mv. samt det regionale erhvervsliv. En vigtig forpligtelse for centrene bliver således at være bindeled mellem de internationale miljøer og de regionale danske miljøer, især ved integreret netværkssamarbejde med de tilsvarende nordiske centre.

Det er afgørende at det enkelte center understøtter og kvalificerer brobygningsaktiviteter mellem de forskellige trin i

Det norske "Naturfagscenteret"

Centret skal være et nationalt ressourcecenter for naturfagene i uddannelsessystemet (børnehave, grundskole, videregående skole, voksenuddannelse og læreruddannelse). Hovedopgaven er at styrke kompetencen i og motivation for naturfag hos elever og lærere. Det skal gøres ved at udvikle og forbedre indhold og metode gennem forsknings-, forsøgs-, og udviklingsprojekter. Videre skal centret bidrage til tiltag for at øge rekrutteringen til naturfagene. Centret skal i sit arbejde søge kontakt med naturfagdidaktiske miljøer på det nationale, nordiske og internationale plan. Naturfagscentrets målgrupper er lærere som underviser i naturfagene i grunduddannelserne og i læreruddannelse, studenter, forskere og læremiddeludviklere. Ministeren skal godkende årsplaner, budget og økonomi samt følge op på centrets virksomhed. *(Fra centrets mandat, februar 2003)*

23) Beskrevet i den norske handlingsplan (Udannings- og Forskningsdepartementet, 2002), s. 31.

uddannelsessystemet. Et centers medarbejderstab skal derfor repræsentere undervisningskompetencer og -erfaringer fra hele det vertikale spektrum i uddannelsessystemet. Ressourcecentre skal i deres arbejde bidrage til at afhjælpe den grøftegravning mellem naturfagene som synes at være en dansk specialitet, ligesom de skal understøtte samarbejde mellem naturfagene og uddannelsernes øvrige fagspektrum. "Bioteknologi og -etik", "Praktisk arbejde og modellering" og "Teknologi, naturvidenskab, historie og samfund" er mulige flerfaglige temaer som det enkelte center kunne have som fokus. Et sådant fokus skal over tid udvikle sig dynamisk i takt med de skiftende behov i uddannelsessystemet.

Kravet om at hele det naturfaglige områdes spændvidde skal repræsenteres af ressourcecentre, kombineret med kravet om en høj faglig kompetence og et heraf følgende afgrænset fagligt fokus på det enkelte center, nødvendiggør etablering af fem



centre. De svenske erfaringer viser at en betryggende vertikal dækning kan sikres af to personer med henholdsvis grundskole- og gymnasiebaggrund, suppleret med yderligere to årsværk til deltids frikøb af andre medarbejdere. Når hertil lægges en sekretær, giver det en årlig lønudgift på ca. 2,3 mio. kr. Alle tilknyttede er frikøbt fra deres hjeminstitution for typisk en treårs periode. Med årlige infrastrukturudgifter på 500.000 kr. og et aktivitetsbudget på 900.000 kr. fås et udgiftsniveau på 3,7 mio. kr. pr. center. Skal der således oprettes fem centre med udgangspunkt i hhv. astronomi/fysik, kemi, biologi, geofagene og teknik/teknologi fås *en samlet årlig udgift på 18,5 mio. kr. til ressourcecentre*.

Naturfagenes Udviklingsfond

Det er afgørende at der fra centralt hold stilles midler til rådighed for lokalt udviklingsarbejde inden for det naturfaglige område for at signalere vigtigheden af arbejdet og for at motivere lokale beslutningstagere, uddannelsesinstitutioner, lærere, elever og forældre.²⁴ Derfor foreslås det at der oprettes en *Naturfagenes Udviklingsfond* (NUF) der skal udvikle naturfagsundervisning og fremme interessen for uddannelse inden for naturvidenskab og teknologi.

Fonden skal sikre nationalt overblik og koordination, et ansvar som på operationelt plan i dag ikke er placeret i det danske decentrale system. Fonden tænkes etableret med et femårigt sigte og med en evaluering af aktiviteterne efter fire år. Fonden bør ledes af et udvalg med naturfagdidaktisk indsigt udpeget af Undervisningsministeriet og andre relevante aktører. Udvalget skal - foruden at forestå behandling af de konkrete ansøgninger til Fonden - sikre sammenhæng, relevans og formidling af de igangsatte initiativer. Under udvalget etableres et sekretariat der skal administrere Fonden, og Undervisningsministeriet opstiller retningslinjer for Fondens arbejde.

24) I (Arbejdsgruppen for fysik og kemi, 2002), (Danmarks Evalueringsinstitut, 2001a) og (Mandag Morgen Strategisk Forum, 1998) argumenteres tilsvarende for det store behov for en sådan sammenhængende indsats.

Fondens arbejde skal rettes mod få overordnede indsatsområder. Fonden skal danne ramme for såvel bottom-up som top-down initiativer, og den forventes selv at tage initiativer hvor det skønnes nødvendigt. Det lokale engagement og ejerskab styrkes gennem et krav om lokal medfinansiering. Skoler, CVU'er, universiteter samt de uformelle læringsmiljøer²⁵ er fondens vigtigste medspillere. Alle aktiviteter skal give markant afsmitning lokalt på de enkelte skoler, dels ved at et væsentligt antal faglærerteam direkte inddrages i selve udviklingsarbejdet, dels ved sikring af systematisk erfaringsopsamling og efterfølgende vidensdeling. Forskningstilknytning skal sikre en fortløbende kvalitetsudvikling i aktiviteterne. Nedenfor gives bud på aktiviteter samt et skøn for de tilhørende årlige udgifter.

Efter- og videreuddannelsesstipendier i teknik- og naturfagene til grundskole- og gymnasielærere mv.

Danmark har i dag et utilstrækkeligt antal personer med en uddannelse i fagdidaktik. Uddannelsesinstitutionerne råder ikke over de nødvendige ressourcer til at finansiere efteruddannelse på området i ønskeligt omfang, og det kan heller ikke forventes at motivationen til denne uddannelse er stærk nok til at interesserede lærere vil finansiere uddannelsen af egne lømmere. Eksempelvis koster den planlagte masteruddannelse i naturfagsdidaktik og -formidling ved Danmarks Pædagogiske Universitet ca. 50.000 kr. i gebyr pr. studerende, og uddannelsen oprettes kun hvis der er minimum 20 studerende.

I Sverige gennemføres for tiden en vellykket indsats for efter- og videreuddannelse i teknik- og naturfag af 4.000 grundskolelærere pr. år inden for et budget på 20 mio. kr./år. Norge er langt fremme med et tilsvarende initiativ. I dansk sammenhæng vil en naturlig målsætning være at sikre at alle skoler på sigt har mindst én naturfagslærer med diplom- (folkeskolen) eller masteruddannelse (gymnasiet) i naturfagsdidaktik. Dette vil kræve, at ca. 2.200 personer skal gennemføre et års uddan-

25) Blandt uformelle naturfaglige læringsmiljøer kan nævnes museer, teknik- og naturvidenskabscentre, naturskoler, virksomheder, græsrodsorganisationer mv.

nelse. Efter norsk model kunne man forestille sig at staten yder et stipendium på 100.000 kr. pr. studieår. Igangsættes 250 stipendiater pr. år bliver den årlige udgift 25 mio. kr. Dette ville give en god udnyttelse af det nu opbyggede diplom- og masteruddannelsessystem efter dets formål.

NUF uddeler efter- og videreuddannelsess stipendier for 25,0 mio. kr. pr. år.

Støtte til udviklingsprojekter ved lokale faglærerteam

Støtten kanaliserer udviklingsmidler selektivt til de mest visionære projekter og faglærergrupper. Det er en forudsætning at projekterne udvikler en sammenhæng i skolesystemet, enten tværfagligt eller regionalt eller vertikalt mellem forskellige uddannelsesstrin. Projektgrupperne samles årligt til et todages "forum"-arrangement hvor projekterne præsenteres for de øvrige deltagere. Dette giver endvidere stor synlighed i medierne.

Forslaget er inspireret af det succesrige portugisiske projekt, *Ciência Viva*, modificeret til danske forhold. Erfaringerne herfra viser bl.a. at en rimelig succesrate for ansøgninger (30-50%) er nødvendig for at skabe tilstrækkeligt engagement. Det forventes at der årligt kan iværksættes ca. 300 projekter af typisk to års varighed. Udgiften sættes til 100.000 kr. pr. projekt i middel, og højst 25% af beløbet må anvendes til frikøb. Hertil kommer en udgift på ca. 6,0 mio. kr. til det årlige forum arrangement.

NUF finansierer lokale udviklingsprojekter med 36,0 mio. kr. pr. år.

Ciência Viva i Portugal

Ciência Viva blev skabt som en del af det portugisiske Videnskabs- og Teknologiministerium i 1996 med det formål at støtte projekter der har til hensigt at fremme videnskabs- og teknologikulturen i samfundet, med særligt fokus på de yngre aldersgrupper og elever i folkeskole og ungdomsuddannelser. Ministeriet afsatte som mål 5% af forskningsbudgettet til dette.

I dag er Ciência Viva en sammenslutning der involverer 9 af de bedste offentlige forskningslaboratorier og de vigtigste offentlige finansieringsorganisationer for videnskab, teknologi og innovation. Ciência Viva-programmet har aktiviteter indenfor tre hovedområder: 1) Skolerne, 2) befolkningens bevidsthed om science og teknologi samt 3) interaktive science-centre.

For *skolerne* er der i perioden 1996-2001 afholdt årlige ansøgningsrunder for lokale udviklingsprojekter, og 3.200 projekter har fået tildelt økonomisk støtte. Projekterne fremlægges på et årligt fælles "forum". Frem til slutningen af 2000 har over 3.000 skoler, 7.000 lærere og op mod 600.000 elever været involveret. Projektstyring baseret på partnerskab og fælles finansiering har givet anledning til en ny organisering af og samspil mellem folkeskole- og gymnasielærere og forskere inden for naturvidenskab og teknologi.

Parallelt med dette har initiativet "Naturvidenskab i sommerferien for unge" siden 1997 givet elever mulighed for at opnå arbejds erfaring i forskningslaboratorier i løbet af en eller to uger i sommerferien. Dette initiativ involverer 55 videnskabelige institutioner over hele landet, og 3.600 gymnasieelever har fået mulighed for at deltage siden 1997. I 2001 og 2002 blev der forsøgsvist sat et lignende projekt i gang for gymnasielærere.

For at øge *befolkningens bevidsthed om naturvidenskab og teknologi* arrangeres kampagner med gratis aktiviteter med det formål at mindske afstanden til de videnskabelige samfund på en direkte og levende måde. Hver sommer arrangeres feltøvelser med fx astronomiske observationer og geologiske og biologiske vandreture, og indtil 2001 har der været afholdt omkring 2.600 arrangementer over hele landet. En National Science-kultur Dag fejres d. 24. november, og siden 1998 er afholdt en Science- og Teknologidag med åbne arrangementer i videnskabelige institutioner samt konferencer for at fremme den offentlige debat om aktuelle videnskabelige emner.

Ciência Viva har finansieret de to eneste nationale TV-programmer om science og teknologi med de unge som målgruppe samt støttet adskillige radioprogrammer.

For den brede befolkning er oprettet seks Ciência Viva-centre som er *interaktive science centre* der også giver landets regioner mulighed for at engagere sig videnskabeligt, kulturelt og økonomisk. Centrene fungerer i et netværk med Lissabon-centret *Pavilhão do Conhecimento* i spidsen (se også www.cienciaviva.pt).

Nye rollemodeller: Samarbejde mellem uddannelsessystem og erhvervsliv

Det er væsentligt at skolens elever bibringes et realistisk og mindre stereotypet billede af de personer som er beskæftigede i erhverv med væsentligt naturvidenskabeligt indhold. Der indhøstes i Danmark for tiden erfaringer med projekter af sådan karakter (fx "Bioteknologi i gymnasiet"). På den baggrund vurderes at fire-fem sideløbende projekter, hvert med deltagelse af 20-30 lærere, kan gennemføres i hvert fag for en årlig udgift på to mio. kr. Dette bør ske parallelt på fem faglige områder.

NUF finansierer udvikling af ny undervisning og tilhørende læremidler med 10,0 mio. kr. pr. år.

Skolerettede aktiviteter ved teknik- og naturvidenskabscentrene

Teknik- og naturvidenskabscentrene i Danmark, som er en del af de såkaldte uformelle læringsmiljøer, er værdifulde lokale og nationale ressourcer for skolerne. Særligt gode aktiviteter primært rettet mod skoleklasser kan søge om tilskud til finansiering. Modellen har været prøvet nogle år i Sverige med gode erfaringer.

NUF finansierer skolerettede aktiviteter ved teknik- og naturvidenskabscentrene med 8,0 mio. kr. pr. år.

Øvrig fondsfunktion

En række nødvendige initiativer falder ikke naturligt ind under overskrifterne ovenfor, såsom udvikling af tværfaglige eller nyskabende læremidler, efteruddannelse af efteruddannerne, læseplansudviklingsprojekter, stipendier til naturvidenskabsformidling og videnskabsjournalistik, samt eventuelle top-down initiativer på centrale områder hvor græsrodsinitiativer ikke forekommer eller af fondsbestyrelsen vurderes som utilstrækkelige.

Øvrige fondsfunktioner og -initiativer for 11,0 mio. kr.

Fagdidaktik som et strategisk forskningsområde

Trods markante enkeltpersoners indsats må Danmark på det naturfagdidaktiske område nærmest betegnes som et uland sammenlignet med vore nabolande. Skal de løfterige perspektiver i den omlægning af uddannelserne der er skitseret i de foregående kapitler, indfries, kræves en langsigtet og målrettet indsats for at løfte det fagdidaktiske forskningsområde i omfang og kvalitet op på internationalt niveau. For eksempel medfører indførelse af kompetencebeskrivelser behov for udvikling af tilsvarende, hensigtsmæssige evalueringsformer.

En god begyndelse til styrkelse af den naturfagdidaktiske forskning i naturfagene er netop taget med etablering af en

national forskerskole på området, men dette initiativ bør følges op med en langsigtet strategisk indsats gennem det kommende strategiske forskningsråd for nationalt at samordne og udvikle den ukoordinerede opbygning af mindre miljøer der er i gang på en række uddannelsesinstitutioner, fx inden for rammerne af et center uden mure.

Situationen for andre centrale fag i uddannelsessystemet er ikke dramatisk bedre, og indsatsen bør derfor gælde samlet for alle centrale fag i uddannelsessystemet.

Nationale ressourcecentre

Undervisningsministeriet anbefales at oprette fem koordinerede naturfaglige ressourcecentre med et samlet årligt budget på 18,5 mio. kr.

Naturfagenes Udviklingsfond

Folketinget anbefales at oprette Naturfagenes Udviklingsfond med et årligt budget på 90 mio. kr. til styrkelse og fornyelse af undervisning og uddannelse inden for naturfagene på alle uddannelsesniveauer.

Fagdidaktik som strategisk forskningsområde

Folketinget anbefales at udpege fagdidaktik som et indsatsområde i regi af det kommende strategiske forskningsråd.





Arbejdsgruppens kommissorium og sammensætning

Arbejdsgruppen for projektet “Fremtidens Naturfaglige Uddannelser” blev nedsat i juni 2002 og har gennemført sit arbejde med udgangspunkt i følgende kommissorium udfærdiget af arbejdsgruppen og godkendt af Undervisningsministeriet.

“ Regeringen ønsker som beskrevet i handlingsplanen Bedre Uddannelser en *samlet og målrettet indsats for at styrke naturvidenskab i hele uddannelsessystemet* (side 60). Med henblik på dette nedsættes en arbejdsgruppe. Arbejdsgruppen har til opgave at udarbejde en strategiplan for det naturfaglige område i det danske uddannelsessystem. Planen skal indeholde handlingsorienterede forslag til tiltag der kan udmøntes over såvel korte som lange tidshorisonter, og som dækker alle niveauer på uddannelsesområdet.

Som led i arbejdet med udarbejdelsen af strategiplanen belyses følgende spørgsmål:

- Hvad er samfundets krav til naturfagene og de naturvidenskabelige fag og uddannelser?
- Hvordan har kravene ændret sig med tiden?
- Hvilke faktorer påvirker befolkningens holdninger til natur, naturvidenskab og teknologi?
- Hvilke faktorer specielt påvirker drenge/mænds og piger/kvindes valg blandt naturfagene?
- Hvilke kompetencer skal opnås på forskellige trin og i forskellige grene af uddannelsessystemet på det naturfaglige område?
- Hvordan sikres progression gennem uddannelsessystemet?

- Hvordan sikres sammenhæng i undervisningen på det naturfaglige område?
- Hvordan sikres naturfagenes sammenhæng med andre undervisningsfag?
- Hvordan kan eksterne aktører inddrages i uddannelserne på det naturfaglige område?
- Hvordan evalueres læring og undervisning på det naturfaglige område hensigtsmæssigt?
- Hvordan sikres et rationelt forhold mellem undervisningsformer, undervisningsmidler og evaluering?
- Hvordan sikres kvaliteten af uddannelserne, herunder de nødvendige lærerkompetencer?
- Hvordan sikres udmøntningen af tiltag på decentralt niveau?

Gruppen kan herudover inddrage andre aspekter som den måtte finde relevante.



Arbejdsgruppen har haft følgende medlemmer:

Nils O. Andersen (formand), professor i atomfysik ved Københavns Universitet

Birgitte Appel, lærer ved Roskilde Tekniske Skole

Maj-Britt Berndtsson, lærer ved Sogneskolen i Jægerspris

Lene Lange, forskningschef på Novozymes

Keld Nielsen, direktør for Elmuseet i Bjerringbro

Kirsten Nielsen, lektor i naturfagsdidaktik ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Ole G. Mouritsen, professor i biofysik ved Syddansk Universitet

Peter Norrild, rektor ved Aalborg Seminarium

Lene Oddershede, lektor i biofysik ved Københavns Universitet

Jon Wulff Petersen, vicedirektør ved Forskningscenter Risø

Katherine Richardson, professor i biologi ved Aarhus Universitet

Svein Sjøberg, professor i naturfagsdidaktik ved Oslo Universitet.

Claus Christensen, undervisningsinspektør i Uddannelsesstyrelsen, har været attachedet arbejdsgruppen.

Analysen og rapporten er udarbejdet af strategiplanarbejdets forfattergruppe, der også har været ansvarlig for sekretariatsfunktionen. Forfattergruppen har haft følgende medlemmer:

Henrik Busch, lektor i naturfagsdidaktik ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Rie Troelsen, forskningsassistent ved Danmarks Pædagogiske Universitet

Sebastian Horst, konsulent ved Center for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet.



Efterskrift

Arbejdsgruppen og forfattergruppen har i processen med at udforme denne strategiplan fået værdifuld bistand fra en række personer.

Arbejdsgruppen bad i begyndelsen af processen forfattergruppen samt en række uddannelsesforskere og praktikere fra uddannelsesinstitutioner om at redegøre for bestemte centrale problemstillinger i form af skriftlige notater. Redigerede udgaver af disse notater udgør rygraden i Bind 2 af arbejdsgruppens rapport (Busch et al., 2003). Ud over forfattergruppen har følgende personer bidraget med notater: Annemarie Møller Andersen, Hanne Andersen, Frederik Voetmann Christiansen, Jens Dolin, Søren Dragsted, Einar Hobolth, Lene Hybel Kofod, Marit Kjærnsli, Lars Brian Krogh, Ellen Nørgaard og Lars Ulriksen.

Som supplement til diskussionerne på arbejdsgruppens i alt seks arbejds møder blev der gennemført tre temamøder om henholdsvis grundskolen, ungdomsuddannelserne og de tertiære uddannelser. På disse temamøder bidrog en række kompetencepersoner med inviterede oplæg til efterfølgende diskussioner: Ejnar Andersen, Hanne Møller Andersen, Margit Andresen, Birgitte Gottlieb, Grete Hansen, Søren Kruse, Eigil Larsen, Jon Wulff Petersen, Kamma Rasmussen, Erik Meineche Schmidt, Helene Sørensen og Lisbeth Vinberg.

Omkring 30 medlemmer af de fagdidaktiske sektioner af Kemisk Forening og Dansk Fysisk Selskab afholdt en todages konference i dagene 30.-31. januar 2003 hvor en række centrale emner fra arbejdet blev fremlagt og diskuteret. Dette resulterede i præcisering af flere problemstillinger.

Et første udkast til strategiplanen blev lagt på Internettet forud for en fremlæggelse for en bred kreds af indbudte interessenter

på et møde i Odense den 6. marts 2003. Her kommenterede Finn Hauberg Mortensen, Steen Hoffmann og Anders V. Thomsen udkastet i form af indbudte oplæg, efterfulgt af en diskussion med mange nyttige kommentarer fra de øvrige deltagere. I løbet af de følgende uger indsendte en række organisationer og enkeltpersoner skriftlige indspil som har været værdifulde bidrag i udarbejdelsen af den endelige rapport. Disse indspil er tilgængelige på nyfaglighed.emu.dk.

Repræsentanter fra arbejdsgruppen og forfattergruppen har endvidere haft konstruktive drøftelser med repræsentanter fra forskningsmiljøer, herunder Niels Egelund fra Danmarks Pædagogiske Universitet samt medarbejdere fra Center for Naturfagenes Didaktik i Aarhus og fra Dansk Institut for Gymnasiepædagogik ved Syddansk Universitet. Ligeledes har tankerne bag strategiplanen været diskuteret med repræsentanter fra erhvervslivet, herunder Bjarne Lundager Jensen, Hanne Schou og Anne-Marie Levy fra Dansk Industri samt Peter Frank fra Foreningen af Bioteknologiske Industrier i Danmark.

Siden strategiplanarbejdets spæde start i foråret 2002 har Hanne Andersen ved flere lejligheder fungeret som en kompetent og skattet sparringspartner for forfattergruppen.

I forbindelse med besøg i Lissabon har Rosalia Vargas, Ana Noronha og Jose Mariano Gago været særdeles hjælpsomme og gæstfrie med hensyn til præsentation og diskussion af det brede spektrum af aktiviteter som programmet *Ciencia Viva* omfatter.

På det svenske *Nationellt resurscentrum för fysik* i Lund præsenteredes det svenske netværk og lokale aktiviteter af Eva Berglund, Peter Ekström, Bengt Erik Friberg, Elisabeth Nilsson og Gunnar Ohlén.

Sekretær Rutt Mikkelsen og fysikstuderende Trine Facius, Niels Bohr Institutet, har ydet betydelige bidrag til processen i form af deres kompetente sekretariatsarbejde.

Endelig har forfattergruppen bestående af Henrik Busch, Sebastian Horst og Rie Troelsen ydet en meget entusiastisk, ihærdig og kompetent indsats, såvel ifm. det organisatoriske som med hensyn til udformning af rækken af stadigt forbedrede versioner af rapporten frem til strategiplanen i dens endelige form.

31. marts 2003

Nils O. Andersen
Formand for arbejdsgruppen





Summary: Science education of the future

Science for all - vision and suggestion for a strategy

Science studies in the Danish educational system face tremendous challenges in order to prepare individuals to the demands of a society in which the amount of knowledge seems to explode, globalisation is on everybody's lips and where innovation, wealth and risk are inevitable results of development of science and technology. This report by a working group appointed by the Danish Government presents a strategy and a range of initiatives necessary to prepare science education in Denmark for the future.

The Danish Government and the Danish Parliament are currently carrying out comprehensive reforms of the Danish educational system. Of these, the following in particular are worth mentioning; the reform of the primary school and of primary school teacher education, the newly proposed reformation of the upper secondary school and the proposal for new University legislation. In June 2002, the Government presented its overall educational visions in a plan of action entitled *Better Education* and an independent working group, *Science Education of the Future*, was established based on this plan. The work group comprises science educators, researchers in science education, scientists from public and private research and representatives from science centres. The group's task was to devise a strategy for science education in Denmark at all levels that would contribute to the achievement of the Government's political intentions.

In this report, which is targeted at local and national authorities, the directors of educational institutions and other decision-makers, the work group presents its plan for science education in Denmark. The recommendations addressing the entire educational system are consistent with the thoughts that have been presented by three parallel working groups, focusing

on the subjects mathematics, Danish and foreign languages respectively. The four working groups jointly consider the establishment of better links between the different levels of education as well as the promotion of better interaction between the different subjects as central goals for future reforms of the educational system. All four groups find that the basis for achieving these goals is the creation of “teacher teams”, which should function as local forums for the organisation and carrying out of education.

The working group points out three major challenges for science education in the future: *the challenge of democracy*, *the challenge of self-perception and readiness of action* and *the challenge of recruitment*. In this context the challenge of democracy can be described as the challenge to educate all citizens with respect to science and technology, providing them with the competencies necessary to make decisions concerning problems related to these areas and to participate in the democratic process. The challenge of self-perception and readiness of action is related to the challenge of the educational system to support young people in their development of a better understanding of themselves, the world around them and how to act competently in this world. Finally, with the challenge of recruitment the working group points out the need of society to recruit sufficient numbers of young people to tertiary education programmes in the sciences.

Science for all

Everybody involved in the educational system must work from the mutual understanding that scientific literacy is necessary for all people and that society needs all people to be scientifically literate. Teachers and administrators should regard students’ interest in science as a criterion for success, and special attention should be paid to young girls’ and women’s interest and participation in science and science education. These recommendations are based on a broader and more modern understanding of science and scientific literacy

than is generally applied in educational practice today. It is thus the view of the working group that science as an object of science education should be regarded as an influential, necessary and sometimes problematic actor in the knowledge society, as a spectrum of collectively organised epistemological processes, as the epistemological foundation of modern Western cultures, as well as an impressive amount of well-established knowledge.

Science competencies

The notion of science competencies should be the foundation for the description of curricular goals at all levels as a means to



ensure the connection between the different educational levels and the interaction between different subject matters. This will ensure a better flow in the educational system and contribute to a greater clarity when it comes to pupils' and students' learning. The Ministry of Education should initiate the development of competence-based national curricula and of new ways of evaluating, testing and teaching in accordance with the use of science competencies. In addition, local authorities should be obliged to develop and offer local course plans and curricula based on the idea of competencies. These should be based on four competencies, namely empirical, representational, reflection- and modelling competencies.

Strengthening the science education culture

The strengthening of the science education culture at all educational levels must happen through the local use of teacher teams consisting of colleagues representing a broad spectrum of science teaching competencies. Leaders of educational institutions are responsible for the creation of conditions for initiating team building and development.

It is recommended that science education in grades 1-6 should continue to exist in the form of the integrated subject "science/technology". However this subject should be strengthened by ensuring the development of local curricula, by increasing requirements made on learning facilities and resources and by demanding that teachers of this subject should have proper training. In grades 7-9, a local coordination of the three existing science subjects (physics/chemistry, biology and geography) must be ensured. This will provide a better foundation for both in-depth treatments of specific scientific subjects as well as for interdisciplinary projects. All the science subjects should carry equal weight in the final exams in primary school. School leaders should ensure that only teachers who are fully qualified to teach science subjects do so.

In secondary school it is recommended that a general

education in the sciences should be ensured, based on the understanding that *science is for all*. Thus, all students at secondary level should be offered a general education in the sciences with the specific aims of providing the necessary science competencies for self-perception and action competence, a better understanding of the surrounding world and participation in the democratic process. With the purpose of ensuring a more balanced recruitment of both genders and more homogeneous qualifications from those recruited, it is recommended that all secondary level students be offered a specific Science Programme including the subjects physics, chemistry and biology on an equal footing. It is also recommended that universities and other tertiary level institutions accept this as a common standard for admittance to all programmes in science, medicine, engineering, agriculture and pharmacy. The competencies required to teach in upper secondary school should be more broadly defined, allowing employment of, for example, engineers and veterinarians in order to increase diversity among secondary school teachers. Upper secondary school teachers should ensure the necessary resources to initiate pedagogical debate as well as supporting educational development focusing on evaluation and competence-based teaching.

Concerning the tertiary level, it is recommended that the focused science educational efforts during past years will be continued and strengthened - for example by adding specific demands in contracts between universities and the Ministry of Science, Innovation and Technology. In areas with a large gender imbalance among employees, it is recommended that the Ministry of Science, Innovation and Technology use contracts to actively reward institutions making serious efforts to redress this imbalance. Leaders of the institutions of higher education are obliged to ensure continuous in-service training of all teachers in the areas of pedagogy, teaching and education. Regarding the employment of new scientific staff at the universities, teaching competencies must be considered equally as important as research competencies.

Strengthening teachers' competences

Through increased financial support to in-service training, local authorities should in general strengthen the competencies of teachers, with the focus being on teacher teams. To ensure the framework for this in-service training, a number of local development coordinators should be appointed. An initial reform of primary school teacher education must ensure that teachers focus on fewer subjects. Universities and centres of tertiary level education should collaborate to develop strategies for making the concept of competencies the foundation of teacher training.

In relation to tertiary level science education, greater emphasis should be put on communication skills. This means that elements of pedagogy, philosophy, psychology and sociology of education as well as communication should be part of programmes followed by science students and thus future researchers and teachers at universities. Ultimately, the establishment of specific programmes focusing on teaching and communicating the sciences should be considered in order to promote a higher status of these areas.

In the long term, the overall system used for teacher education should be entirely reformulated. A committee aimed at evaluating and analysing the Danish teacher education system should be formed.

Three strategic areas of action

International and especially Nordic experiences demonstrate unambiguously that in order to realise recommendations presented in this report efforts must be directed at three areas.

Firstly, five national resource centres for the sciences should be established with a yearly budget of 18.5 million Danish crowns (approximately 2.5 million Euros). The main purpose of these centres will be to support teachers in science at all levels of education. The support will concern ideas, materials and experience to help develop the new competence-based teaching and interdisciplinary projects. The aforementioned

local development coordinators are to be attached to these centres.

Second, a *Science Education Development Foundation* should be established with a yearly budget of 90 million Danish crowns (approximately 12 million Euros) to support local efforts to strengthen and renew science education at all levels. The foundation should ensure a national coordination and could, for example, support activities for pupils at local science centres, cooperation between the educational system and industry and contribute with scholarships for in-service training in the science subjects.

Finally, science education should become a strategic area of research under the forthcoming Danish Strategic Science Council.



Referencer

Andersen, A., Dragsted, S., Nilsson, D. & Sørensen, H. (1997). *Natur/teknik på vej - hvorhen?* København: Danmarks Lærerhøjskole.

Andersen, A. M., Egelund, N., Jensen, T. P., Krone, M., Lindenskov, L. & Mejding, J. (2001). *Forventninger og færdigheder - danske unge i en international sammenligning*. København: Amternes og Kommunernes Forskningsinstitut, Danmarks Pædagogiske Universitet og Socialforskningsinstituttet.

Arbejdsgruppen om kernefaglighed i fremmedsprogene. (2003). *Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden*. København: Undervisningsministeriet.

Arbejdsgruppen for Fremtidens danskfag. (2003). *Fremtidens danskfag - en diskussion af danskfaglighed og et bud på dens fremtid*. København: Undervisningsministeriet.

Arbejdsgruppen for fysik og kemi. (2002). *Fysik og kemi - Naturvidenskab-for-alle*. København: Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

Broch, T. & Egelund, N. (2001). *Elevers interesse for naturfag og teknik - et elevperspektiv på undervisningen*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Broch, T. & Egelund, N. (2002). *Et lærerperspektiv på natur/teknik og fysik/kemi undervisningen - en kvalitativ undersøgelse*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (Eds.). (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2001a). *Fysik i skolen - skolen i fysik, september 2001*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2001b). *Teknik og naturvidenskab. Kortlægning af initiativer der skal fremme interessen for teknik og naturvidenskab*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2002a). *Folkeskolens afgangsprøver - Prøvernes betydning og sammenhæng med undervisningen*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Danmarks Evalueringsinstitut. (2002b). *Undersøgelsen af sammenhænge mellem elevers resultat ved folkeskolens afgangsprøver og deres senere uddannelsesforløb*. København: Danmarks Evalueringsinstitut.

Dutta, S., Lanvin, B. & Paua, F. (Eds.). (2003). *Global Information Technology Report 2002-2003*. Oxford: World Economic Forum & Oxford University Press.

EU. (2001). *Eurobarometer 55.2 Europeans, Science And Technology*. Bruxelles: Eurobarometer Public Opinion Analysis.

Evalueringscenteret. (1998). *De videregående matematik-, fysik- og kemiuddannelser*. København: Evalueringsinstitutet.

Fensham, P. J. (2002). Time to Change Drivers for Scientific Literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(Januar 2002), 9-24.

Mandag Morgen Strategisk Forum. (1998). *Hvad kommer livet os ved?* København: Mandag Morgen Strategisk Forum.

Niss, M. & Jensen, T. H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriet.

- Nordiska Ministerrådet. (2001). *Rekruttering til studier i matematikk, naturvitenskap og teknologi i de nordiske landene*. Oslo: Nordisk Ministerråd - Forskning og Højere Uddannelse.
- Undervisningsministeriet. (1997). *Den svigtende søgning til tekniske og naturvidenskabelige fag*.
- Undervisningsministeriet. (2002). *Bedre uddannelser - Handlingsplan juni 2002*. København.
- UNICEF. (2002). *A League Table of Educational Disadvantage in Rich Nations* (Innocenti Report Card 4). Florence: UNICEF, Innocenti Research Centre.
- Utdannings- og Forskningsdepartementet. (2002). *“Realfag, naturligvis” Strategi for styrkning av realfagene 2002-2007 - tiltaksplan*. Oslo: Utdannings- og Forskningsdepartementet.

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

*I denne serie udsender Uddannelsesstyrelsen publikationer om generelle eller mere specifikke aktuelle emner. Formålet er at skabe debat og inspirere til udvikling i uddannelserne.
I 2002 og 2003 er følgende udkommet eller under udgivelse i serien:*

2002:

- Nr. 1: Fokus på voksenlæreren - Om kvalificering af lærere inden for den almene voksenundervisning (UVM 6-284) (Voksenuddannelser)
- Nr. 2: Multikulturel vejledning (UVM 7-348) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 3: Jeg kan noget, ved noget og jeg er noget - erfaringer med kompetenceudvikling på erhvervsskoler (UVM 7-349) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 4: Læringens sociale aspekter - nye betingelser for elevernes fællesskaber (UVM 7-350) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 5: Elevplan - et pædagogisk webværktøj til erhvervsuddannelserne (UVM 7-351) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 6: Hvordan staver studenterne? - en undersøgelse af stavfejl i studentereksamensstilene 1998 (UVM 6-286) (Almengymnasiale uddannelser)
- Nr. 7: Skriv og lær - faglig skrivning i erhvervsuddannelserne (UVM 7-352) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 8: Kombineret danskundervisning og værkstedsundervisning for flygtninge og indvandrere - evaluering af to forsøg (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 9: Projektarbejde i naturfag - i det almene gymnasium (UVM 6-285) (Almengymnasiale uddannelser)
- Nr. 10: God praksis i eud-grundforløb (UVM 7-353) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 11: Åbne læringslandskaber og sammenhængende uddannelsesforløb i AMU (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 12: Fornylse af de merkantile erhvervsuddannelser (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 13: Skolesamarbejdernes erfaringer fra eud-forsøgene (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 14: Vekseluddannelse i håndværksuddannelser. Lærlinges oplæring, faglighed og identitet (UVM 7-355) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 15: Vekseluddannelse i håndværksuddannelser. Forskningsprojektets teori og metode (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 16: Helhedsvurdering af eud-elever i grundforløb (UVM 7-354) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 17: ABC for fjernundervisning i AMU (UVM 0112) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 18: Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark (UVM 6-287) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 19: Integration af miljø og arbejdsmiljø i arbejdsmarkedsuddannelserne (UVM) (Arbejdsmarkedsuddannelser)
- Nr. 20: Samarbejdet mellem elev og skole - udsatte elever i erhvervsuddannelserne (UVM 7-356) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 21: Skole-virksomhedssamspillet som indsatsområde. Erfaringsopsamling, status og det gode eksempel (UVM 7-357) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 22: Model for kvalitetsregnskab på handelsskoleområdet. Brugervejledning (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)

Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie

Fortsat fra forrige side

- Nr. 23: Tillæg til ... Vejledning til at være "en kompetenceudviklende daghøjskole". Den folkeoplysende dimension (UVM) (Folkeoplysning og voksenuddannelse)
- Nr. 24: Eleven som didaktiker - på vej mod en ny didaktik i erhvervsuddannelserne (UVM 7-358) (Erhvervsfaglige uddannelser)

2003:

- Nr. 1: Fremtidens danskfag - en diskussion af danskfaglighed og et bud på dens fremtid (UVM 6-289) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 2: Oversigt over dansksystemet - en kortlægning af danskfaget i alle uddannelsesniveauer (UVM 6-290) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 3: Rapport fra Udvalg om fornyelse af vekseldannelsesprincippet mv. for visse tekniske erhvervsuddannelser (Internetpublikation) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 4: Skolens rummelighed - fra idé til handling (UVM 5-429) (Grundskolen)
- Nr. 5: Fremtidens sprogfag - vinduer mod en større verden. Fremmedsprog i Danmark - hvorfor og hvordan? (UVM 6-291) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 6: Læring på jobbet - strategier og systematik, ideer og metoder (UVM 7-359) (Erhvervsfaglige uddannelser)
- Nr. 7: Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi (UVM 6-292) (Uddannelsesområderne)
- Nr. 8: Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi (UVM 6-293) (Uddannelsesområderne)

Publikationerne kan købes hos Undervisningsministeriets forlag eller hos boghandlere. Visse publikationer er trykt i meget begrænset oplag og kan derfor kun rekvireres i ganske særlige tilfælde mod betaling af et ekspeditionsgebyr.

På UVM's website - på adressen: <http://www.uvm.dk/katindex.htm> - findes en oversigt over hæfter i Uddannelsesstyrelsens publikationsserier udgivet i 1999, 2000, 2001 og 2002

